بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت

پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی سیستم‌های اقتصادی

بررسی و ارائه‌ی راهکارهای اقتصادی
در راستای کاهش مصرف آب دانشگاه صنعتی شاهرود

نگارنده:

حسین ثابتی

استاد راهنما:

دکتر محمود رحیمی

استاد مشاور:

دکتر عبدالمجید عبدالباقی

بهمن ۱۳۹۸

تقدیم با عشق

به
خدایی که آفرید
جهان را، انسان را، عقل را، علم را، معرفت را، عشق را
و به کسانی که عشقشان را در وجودم دمید.

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم و مادرخانم عزیزم
و تقدیم به روح پاک حاج عباس عرب پدرخانم بزرگوارم
فرشته هایی که از خواسته هایشان گذشتند، سختی ها را به جان
خریدند و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به
جایگاهی که اکنون در آن ایستاده ام برسم.
و
تقدیم به همسر مهربان و عزیزتر از جانم
به پاس قدر دانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار
از سلامت و امنیت و آرامش و آسایش برای من فراهم آورده است.

تقدیم به برادران و خواهران مهربانم
که وجودشان شادی بخش و صفایشان مایه آرامش من است.

بر خود واجب می‌دانم از استاد فرزانه جناب آقای دکتر محمود رحیمی که به
عنوان استاد راهنما در مراحل مختلف این
پایان نامه همواره با سعه صدر و گشاده رویی در کنار من بودند و در طول
مدت تحصیل از راهنمایی‌های اخلاقی و علمی ایشان بهره جسته‌ام تشکر و
قدردانی نمایم.

از استاد گرامیم جناب آقای دکتر عبدالمجید عبدالباقی بسیار سپاسگذارم چرا
که بدون راهنمایی‌های ایشان تهیه این پایان نامه بسیار مشکل می‌نمود.

تعهد نامه

اینجانب **حسین ثابتی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد برنامه ریزی سیستم های اقتصادی/ دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی و ارائه‌ی راهکارهای اقتصادی در راستای کاهش مصرف آب دانشگاه صنعتی شاهرود تحت راهنمائی دکتر محمود رحیمی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

مالکیت نتایج و حق نشر

- **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.**

چکیده:

مطالعه حاضر با هدف بررسی و ارائه‌ی راهکارهای اقتصادی در راستای کاهش مصرف آب دانشگاه صنعتی شاهرود است. جامعه‌ی آماری این پژوهش مصرف آب کلیه‌ی دانشکده‌های پردیس مرکزی دانشگاه صنعتی شاهرود و همچنین خوابگاه برادران است. در این مطالعه، تعداد حضور و متوسط میزان مصرف آب دانشجویان و اساتید هر دانشکده و خوابگاه برادران در طول یک هفته، ماه و سال بدست آمده است. انواع مصرف آب در دانشگاه تشخیص داده شده و با استفاده از داده‌های میدانی و آزمایشگاهی، متوسط مصرف هر شخص در هر نوع استفاده از آب بدست آمده است. بر اساس تعداد دانشجویان و اساتید و متوسط مصرف آب در هر بخش، مصرف آب هر دانشکده و خوابگاه برادران به تفکیک محاسبه شده است. هزینه مصرف آب در بخش‌های مورد اشاره محاسبه شده و همچنین برآوردی از میزان آب‌های هدررفتی با امکان تصفیه و استفاده مجدد، بعمل آمده است و بدنبال آن هزینه‌ی آب‌های هدررفتی بصورت مجزا محاسبه شده است. در این مطالعه با محاسبه و طراحی مخازن ذخیره‌ساز و تصفیه‌کننده‌ی آب به تفکیک برای هر دانشکده و همچنین محاسبه‌ی میزان آب ذخیره شده سالانه در سپتیک تانک هر دانشکده و خوابگاه بر اساس هدررفت سالانه هر بخش و جمع عددی همه موارد مورد اشاره، کل آب بازگردانی و ذخیره شده در مخازن دانشگاه در سال بدست آمده است؛ با ضرب این عدد در قیمت واحد آب، هزینه کاهش‌یافته‌ی مصرف آب در یک سال بدست آمده است. با مقایسه‌ی قیمت و بهای تمام شده‌ی خرید، نصب و استفاده از سپتیک تانک با متوسط هزینه-ی سالیانه آب هدررفتی دانشگاه و با در نظر گرفتن عمر مفید این دستگاه‌ها، مشاهده شده که استفاده از این تکنولوژی برای دانشگاه با صرفه اقتصادی زیادی همراه است.

کلید واژه‌ها:

سپتیک تانک، آب خاکستری، بازگردانی آب، صرفه اقتصادی، دانشگاه صنعتی شاهرود

فصل اول: کلیات تحقیق ۱
مقدمه ۲
۱-۱- تعریف مسئله ۳
۱-۲- اهداف، فرضیات ۴
۱-۳- اهمیت و ضرورت تحقیق ۵
۱-۴- خلاء تحقیقاتی و جنبه های نواوری تحقیق ۷
۱-۵- روش تحقیق یا تکنیک ۸
۱-۶- روش و ابزار گرداوری داده ها و اطلاعات ۸
۱-۷- قلمرو تحقیق(موضوعی، مکانی و زمانی) ۸
۱-۸- جامعه آماری و نمونه تحقیق ۹
۱-۹- تعریف کلیدواژه ها ۹
۱-۹-۱-سپتیک تانک ۹
۱-۹-۲- آب خاکستری ۹
۱-۹-۳-بازگردانی آب ۹
۱-۹-۴-صرفه اقتصادی ۹
۱-۹-۵-دانشگاه صنعتی شاهرود ۱۰
۱-۱۰- خلاصه فصل ها ۱۰
فصل دوم: ادبیات تحقیق ۱۱
۲-۱- مقدمه ۱۲
۲-۲-فرآیند تحقیق ۱۲
۲-۳-اهمیت آب ۱۳
۲-۴-ارزش اقتصادی آب ۱۴
۲-۴-۱-مبانی قیمت گذاری آب ۱۴
۲-۴-۲-مبانی قیمت گذاری آب در ایران ۱۵
۲-۴-۳- تفاوت گروه های مصرف کنندگان ۱۶
۲-۵-مقایسه چند شاخص ۱۷
۲-۵-۱-شاخص بهره وری آب در ایران و جهان ۱۷
۲-۵-۲- مصرف سرانه آب ۱۸
۲-۵-۳- درصد آب های تنظیم شده به کل آب های قابل تنظیم ۱۸
۲-۵-۴- درصد جمعیت تحت پوشش استفاده از فاضلاب کشور ۱۹

۲-۵-۵- تغییرات میزان بارش کشور طی سالهای گذشته..... ۲۰
۲-۵-۶- مقایسه درصد کل برداشت از منابع آب تجدیدشونده داخلی بین ایران و خاورمیانه..... ۲۱
۲-۶- آب خاکستری..... ۲۲
۲-۶-۱- کاهش در مصرف منابع آب شیرین و باکیفیت..... ۲۲
۲-۶-۲- افزایش کیفیت آب تصفیه شده..... ۲۲
۲-۶-۳- کاهش هزینه های تصفیه آب..... ۲۳
۲-۶-۴- کاهش هزینه های انتقال و تصفیه فاضلاب..... ۲۳
۲-۶-۵- حفظ منابع آب برای نسل های آینده..... ۲۳
۲-۷- بازچرخانی پساب ها ضرورتی برای دستیابی به توسعه پایدار..... ۲۳
۲-۸- روند تغییر عرضه و تقاضای آب در استان سمنان طی سال های۱۳۹۷-۱۳۹۰..... ۲۴
۲-۹- سپتیک تانک..... ۲۵
۲-۹-۱- انواع سپتیک تانک..... ۲۶
۲-۹-۱-۱- سپتیک تانک بتنی..... ۲۶
۲-۹-۱-۲- سپتیک تانک پلی اتیلن..... ۲۶
۲-۹-۱-۳- سپتیک تانک کامپوزیت..... ۲۷
۲-۹-۲- سپتیک تانک پلی اتیلن..... ۲۷
۲-۹-۳- تاریخچه اختراع سپتیک تانک..... ۲۸
۲-۹-۴- نگرانی ها در مورد سپتیک تانک..... ۲۹
۲-۹-۵- طراحی سپتیک تانک..... ۲۹
۲-۱۰-روش های ارزیابی طرح های اقتصادی..... ۳۱
۲-۱۰-۱- روشهای ایستا در ارزیابی طرحهای سرمایه گذاری..... ۳۱
۲-۱۰-۲- روشهای پویا در ارزیابی طرحهای سرمایه گذاری..... ۳۳
۲-۱۱- پیشینه مطالعات..... ۳۳
۲-۱۱-۱- مطالعات خارجی..... ۳۳
۲-۱۱-۲- مطالعات داخلی..... ۳۵
۲-۱۲- خلاصه مطالعات..... ۳۸
۲-۱۳- خلاصه فصل..... ۴۰
فصل سوم: روش شناسی تحقیق ۴۱
۳-۱-مقدمه ۴۲
۳-۲- روش تحقیق میدانی ۴۲

۳-۲-۱- تفاوت روش میدانی با سایر روشهای پژوهشی ۴۳
۳-۲-۲- مراحل روش میدانی ۴۳
۳-۲-۳- مزایای روش میدانی ۴۴
۳-۲-۴- معایب استفاده از روش تحقیق میدانی ۴۵
۳-۳- استفاده از مخازن ذخیره ساز و تصفیه کننده آب ۴۵
۳-۳-۱- طریقه ی کارکرد سپتیک تانک ۴۵
۳-۳-۲- نحوه حمل سپتیک تانک ۴۷
۳-۳-۳- محاسبات سپتیک تانک ۴۸
۳-۳-۴- مکان یابی سپتیک تانک ۴۹
۳-۳-۵- طرز ساخت فضای داخل سپتیک تانک ۴۹
۳-۳-۶- استانداردهای سپتیک تانک ۵۰
۳-۳-۷- دستورالعمل تخلیه سپتیک تانک ۵۰
۳-۳-۸- مشخصات فنی سپتیک تانک در حجم های مختلف ۵۱
۳-۳-۸-۱-سپتیک تانک ۵ مترمکعب ۵۱
۳-۳-۸-۲-سپتیک تانک ۱۰ مترمکعب ۵۱
۳-۳-۸-۳-سپتیک تانک ۱۵ مترمکعب ۵۲
۳-۳-۸-۴-سپتیک تانک ۲۰ مترمکعب ۵۲
۳-۳-۸-۵-سپتیک تانک ۲۵ مترمکعب ۵۲
۳-۳-۸-۶-سپتیک تانک ۳۰ مترمکعب ۵۳
۳-۳-۸-۷-سپتیک تانک ۳۵ مترمکعب ۵۳
۳-۳-۸-۸-سپتیک تانک ۴۰ مترمکعب ۵۴
۳-۳-۸-۹-سپتیک تانک ۴۵ مترمکعب ۵۴
۳-۳-۸-۱۰-سپتیک تانک ۵۰ مترمکعب ۵۵
۳-۴- روش ارزش خالص فعلی(NPV) ۵۵
۳-۵- روش نرخ بازده داخلی (IRR) ۵۷
۳-۶- روش نسبت فایده به هزینه(BCR) ۵۸
۳-۷- نسبت فایده خالص به سرمایه(NBIR) ۵۸
۳-۸- دوره بازگشت سرمایه ۵۹

۳-۹- نرخ تنزیل ۵۹
۳-۱۰-صرفه اقتصادی ۶۰
۳-۱۱-بازده نسبت به مقیاس ۶۱
۳-۱۲-خلاصه فصل ۶۱
فصل چهارم: تجزیه و تحلیل نتایج ۶۳
۴-۱-مقدمه ۶۴
۴-۲-میزان مصرف آب دانشگاه ۶۴
۴-۲-۱-تعداد کل دانشجویان، اساتید و کارکنان دانشگاه ۶۴
۴-۲-۲-مصرف و هدررفت آب دانشکده مدیریت ۶۶
۴-۲-۳-مصرف و هدررفت آب دانشکده معدن ۶۹
۴-۲-۴-مصرف و هدررفت آب دانشکده شیمی ۷۲
۴-۲-۵-مصرف و هدررفت آب دانشکده علوم زمین ۷۵
۴-۲-۶-مصرف و هدررفت آب دانشکده تربیت بدنی ۷۸
۴-۲-۷-مصرف و هدررفت آب دانشکده های معماری و فیزیک ۸۱
۴-۲-۸-مصرف و هدررفت آب خوابگاه برادران ۸۴
۴-۳-مقایسه کلی هدررفت و مصرف آب ۸۸
۴-۴-طراحی سپتیک تانک ۹۰
۴-۵-هزینه های طرح استفاده از سپتیک تانک ۹۱
۴-۵-۱-هزینه های خرید، نصب و راه اندازی ۹۱
۴-۵-۱-سایر هزینه ها ۹۲
۴-۵-۱-۱-هزینه لوله کشی ۹۲
۴-۵-۱-۲-هزینه حفاری ۹۳
۴-۵-۱-۳-هزینه های پیش بینی نشده احتمالی ۹۴
۴-۵-۱-۴-هزینه های نگهداری ۹۴
۴-۶- محاسبه ی ارزش خالص فعلی(NPV) ۹۴
۴-۷- محاسبه ی نسبت فایده به هزینه(BCR) ۹۷
۴-۸-تعیین دوره بازگشت سرمایه ۹۸
۴-۹-تجزیه و تحلیل نتایج ۹۸
۴-۱۱-خلاصه فصل ۹۸

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۰۱
۵-۱-مقدمه ۱۰۲
۵-۲-نتایج سوالات تحقیق ۱۰۲
۵-۳-پیشنهادات ۱۰۳
۵-۳-۱-پیشنهادات کاربردی ۱۰۳
۵-۳-۲-پیشنهادات پژوهشی ۱۰۴
۵-۳-۳-پیشنهادات برای صرفه جویی در مصرف آب ۱۰۴
۵-۴-تنگنا های پژوهش ۱۰۵
۵-۵- جمع بندی پژوهش ۱۰۵
پیوست ۱۰۷
منابع ۱۱۰
منابع داخلی ۱۱۱
منابع خارجی ۱۱۴

فصل اول: کلیات تحقیق

مقدمه

با توجه به محدودیت منابع آب در کشور و روند رو به رشد مصرف آب در سال‌های اخیر که ناشی از افزایش جمعیت و توسعه صنعت و کشاورزی است، سیاست‌های جدید برای تأمین منابع آب کشور مبتنی بر افزایش میزان بازچرخانی و استفادهٔ مجدد از آب‌های غیرمتعارف به عنوان یکی از سیاست-های محوری و یکی از راهبردهای بلندمدت مدیریت آب مطرح شده است. با وجود اهمیت این موضوع، هنوز ضرورت استفاده از تصفیهٔ فاضلاب‌ها و پساب‌های برگشتی به‌دقت بررسی نشده است. کمبود آب یک مشکل رو به افزایش است که به‌دلایل متعدد از تغییرات اقلیمی گرفته تا حکمرانی ضعیف به وجود آمده است. این مشکل بر افراد بیشتری، در همه قاره‌های جهان تاثیر گذاشته است. زندگی بدون دسترسی کافی به آب تمیز دشوار است؛ اما در بخش‌هایی از جهان به خصوص خاورمیانه، تغییر اقلیم، مهاجرت گسترده، فرسایش زیست‌محیطی، خشکسالی و بی‌ثباتی سیاسی(در کنار سایر مسائل)استفاده و مدیریت منابع آبی را به یک چالش بزرگ تبدیل کرده است. در ایران که در منطقه گرم و خشک دنیا واقع شده است، بحران کمبود آب همواره وجود داشته و امروزه نه تنها بیش از گذشته توجه‌ها را به خود جلب کرده است بلکه با توجه به این باید تا جایی که می‌توان راه‌حل‌هایی نوین و جایگزین انتخاب کرد، اگر صرفه جویی و فرهنگ سازی در زمینه کاهش مصرف آب در جامعه نهادینه نشود در 25 سال آینده ایران به بیابانی خشک تبدیل می‌شود. گسترش روز افزون نیاز و تقاضا در جامعه برای دسترسی به منابع آب با کیفیت مناسب، افزایش چشمگیر هزینه‌های تامین آب جدید و ضرورت کنترل آلودگی منابع آب با در نظر گرفتن محدودیت منابع آبی کشور، مدیریت منابع آب را از جنبه‌های مختلف با چالش‌های جدی روبرو ساخته است. لذا تامین برنامه‌های لازم به منظور حصول توسعه‌ی پایدار و حفظ محیط زیست و کیفیت منابع آب کشور ضروری است. در این فصل ابتدا به تعریف مسئله و ضرورت انجام تحقیق پرداخته شده سپس اهداف و فرضیات تحقیق بیان می‌شود. در ادامه روش و ابزار گردآوری اطلاعات، خلا تحقیقاتی، جنبه‌های نوآوری، قلمرو تحقیق وجامعه آماری توضیح داده می‌شود.

۱-۱- تعریف مسئله

آب بعد از هوا به عنوان دومین و مهمترین نیاز انسان‌ها و صدر مواهب الهی است که حیات موجودات و تداوم آن به وجود آب عجین شده است. امروزه، همگان بر نقش آب در شکل‌گیری جوامع و نقشی که در توسعه ایفا می‌نماید اذعان دارند. رشد روزافزون جمعیت کشور، گسترش صنایع، رخدادهای طبیعی نظیرخشکسالی‌های پی‌درپی، افزایش تقاضا و ناهمگونی توزیع مکانی و زمانی این ماده‌ی حیاتی همه و همه سبب گردیده تا تامین آب شرب به یک دغدغه‌ی ذهنی مسئولان در بسیاری از کشورها تبدیل شود. از جمله مواردی که همه‌ی جوامع به آن نیازمندند به‌کارگیری روش‌های مناسب جهت بهینه‌سازی مصرف آب است. بهینه‌سازی مصرف آب برای کل کشور از نظر هزینه‌های پرداختی و نیز آلودگی محیط زیست از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است(آقائی، ۱۳۹۴). عدم انطباق بین تأمین و تقاضای آب، میتواند بحران آفرین باشد. زمانی که میزان اختلاف بین عرضه و تقاضای آب با مجموعه راهکارهای مدیریتی قابل رفع یا قابل کاهش نباشد، زبان مفاهمه به زبان مخاصمه تبدیل خواهد شد. این بحران میتواند در بعد محلی، منطقه‌ای، ملی و حتی در بعد جهانی اتفاق افتد. عدم تعادل در بخش منابع آب میتواند ناشی از چرخه هیدرولوژی و محدودیت طبیعی منابع آب و نیز فعالیتهای بشری نظیر استفاده بی‌رویه از منابع و آلوده کردن منابع آب باشد(حمدی احمدآباد و همکاران، ۱۳۹۸). ذخایر آب از منابع تجدیدشونده محسوب شده و فرآیند تجدیدپذیری آن به تبعیت از چرخه آب در طبیعت است. با این وجود، مقدار آبی که از این طریق در سطح کره‌ی زمین یا در هر محدوده جغرافیایی مشخص پدید می‌آید، صرف نظر از تغییرات بین‌سالی، معین و ثابت است. به بیان دیگر، مقدار آب تجدیدشونده‌ای که سطح کره‌ی زمین هم‌اکنون و به طور سالانه دریافت می‌نماید، برابر همان آبی است که شاید هزاران سال پیش و از بدو به وجود آمدن تمدن‌های بشری دریافت نموده است. این در حالیست که توزیع مکانی و زمانی مقدار آب تجدیدشونده کاملا متغیر بوده و متناسب با توزیع جمعیت و نیازهای آبی جوامع بشری نیست. بر این اساس تا حد امکان باید راه-

کارهایی جهت کاهش مصرف آب در تمامی حوزه‌هایی که مصرف آب زیادی دارند ارائه شود(محمدجانی و یزدانیان، ۱۳۹۳).

با توجه به این موضوع، دانشگاه صنعتی شاهرود به عنوان زمینه تحقیقاتی جهت کاهش مصرف آب انتخاب شده است. نباید این زمینه تحقیقاتی فقط مختص به این دانشگاه باشد بلکه باید این فرهنگ در بین دانش‌پژوهان دانشگاه‌های ایران رواج پیدا کند تا مشکلات کم آبی ایران تا حدی کاهش پیدا کند. راه‌کارهای پیشنهادی و بررسی‌های اقتصادی در این پژوهش فقط مختص دانشگاه‌ها نمی‌باشد بلکه می‌توان از این راه‌کار و بررسی‌های اقتصادی_مهندسی در بخش‌هایی از جمله صنعت، خانوار و بخش عمومی نیز استفاده شود. در این پژوهش فرایند تحقیق به این شکل است که میزان آب مصرفی دانشگاه، هزینه نهایی آب مصرفی دانشگاه، میزان آب‌های هدررفتی(آب‌های خاکستری)، هزینه نهایی آب‌های هدررفتی، هزینه‌های اقتصادی در طراحی مخازن ذخیره‌ساز آب، کل سرمایه‌ی مورد نیاز طرح، دوره بازگشت سرمایه در خرید تجهیزات و هزینه‌های دانشگاه قبل و بعد از استفاده از مخازن محاسبه خواهد شد. سپس با تجزیه و تحلیل اقتصادی به بررسی صرفه اقتصادی پروژه و نوع بازدهی نسبت به مقیاس[1] انجام این طرح در دانشگاه پرداخته خواهد شد.

۱-۲- اهداف، فرضیات

۱-۲-۱- هدف

۱- ارزیابی اقتصادی استفاده از مخازن ذخیره ساز و تصفیه کننده آب برای بازگردانی آب‌های هدررفتی دانشگاه و استفاده از آن به عنوان یک منبع آب جدید.

۲- کاهش هزینه‌های آب مصرفی دانشگاه و کاهش میزان پرداختی دانشگاه به شرکت آب و فاضلاب.

1 Returns to scale

۱-۲-۲- سوالات تحقیق

۱- آیا استفاده از مخازن ذخیره‌ساز و تصفیه‌کننده‌ی آب موجب کاهش هزینه‌های آب مصرفی دانشگاه می‌شود؟

۲- استفاده از مخازن ذخیره ساز و تصفیه کننده آب برای دانشگاه توجیه اقتصادی دارد یا خیر؟

۱-۳- اهمیت و ضرورت تحقیق

ایران حدود ۱,۱ درصد از خشکی‌های کره زمین را در برگرفته است، اما سهم کشور ما از آب‌های شیرین کره زمین فقط۰,۱۱۵ درصد می‌باشد. متوسط درازمدت بارندگی سالانه کشور حدود ۲۴۳ میلیمتر، یعنی کمتر از یک سوم میانگین بارش جهانی می‌باشد. همچنین میانگین کوتاه مدت بارندگی کشور نیز با افت فاحش به ۲۰۲ میلیمتر در سال رسیده است. در مورد منابع آب سطحی نیز وضعیت مشابهی وجود دارد، به نحوی که طی سال‌های اخیر میزان آب تجدیدشونده سطحی نیز کاهش یافته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که منابع آب تجدیدشونده کشور در دوره قبل از وقوع شکست فاحش در بارش، ۱۲۴,۷۷۸ میلیارد متر مکعب و در دوره‌ی پس از وقوع شکست(به طور میانگین طی ۱۵ سال اخیر) به ۸۸,۷۷۴ میلیارد مترمکعب رسیده است یعنی حدود ۳۶ میلیارد مترمکعب کاهش یافته است. البته با وجود کاهش منابع اب تجدیدشونده، میزان مصرف از منابع آب، نه‌تنها کاهش نیافته، بلکه افزایش نیز یافته است؛ بر اساس اطلاعات طرح جامع آب در سال ۱۳۷۸، مصرف از منابع حدود ۸۸ میلیارد مترمکعب بوده، که این آمار بر اساس اطلاعات طرح جامع آب در سال ۱۳۸۶، به حدود ۱۰۰ میلیارد مترمکعب افزایش یافته است. که ۴۰ درصد آن از منابع آب سطحی و ۶۰ درصد آن از منابع آب زیرزمینی تامین می‌شود(برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۵). لازم به ذکر است که از حدود ۱۰۰ میلیارد مترمکعب مصرف آب در کشور، حدود ۹۲ درصد آن مربوط به بخش کشاورزی، ۶,۵ درصد مربوط به مصارف شرب و بهداشت و ۱,۵ درصد در بخش صنعت می‌باشد. گفتنی است در متوسط جهانی، میزان مصارف بصورت ۷۰ درصد در بخش کشاورزی، ۲۰ درصد در بخش صنعت و ۱۰ درصد در بخش شرب است. این در حالی است که مطابق شاخص توسعه پایدار

سازمان ملل، مصرف بیش از ۴۰ درصد از منابع آب تجدید شونده در هر کشور، به معنای ورود به مرحله‌ی بحران آبی می‌باشد. بر این اساس و با توجه به میزان آب تجدید شونده درازمدت کشور(۱۱۶ میلیارد مترمکعب) و نیز میزان مصارف، در حال حاضر حدود ۸۶ درصد از منابع آب تجدید شونده کشور مصرف می‌شود و لذا این یه معنی ورود به مرحله بحرانی و فوق بحرانی است که البته بیشترین فشار به منابع آب زیرزمینی وارد شده است(برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۵). میزان آب بدون درآمد کشور در بخش شهری در حال حاضر حدود ۲۶ درصد می‌باشد و لذا هدررفت آب در کشور بیش از مقادیر استاندارد جهانی، یعنی حدود ۱۲ درصد می‌باشد. جمعیت شهری تحت پوشش شبکه جمع آوری فاضلاب نیز در پایان سال ۹۳، ۴۱,۵۱ درصد می‌باشد که نشان دهنده‌ی عقب ماندگی نسبی کشور در این زمینه است. از نظر مسائل زیست محیطی نیز آب یکی از مهمترین اجزای تشکیل دهنده‌ی محیط زیست بوده و به عنوان عنصر حیاتی تلقی می‌شود، مبحث زیست محیطی آب از دو منظر زیست بومی و آلاینده‌های تهدید کننده‌ی سلامت آن مورد توجه می‌باشد. تخلیه‌ی بی‌رویه‌ی فاضلاب‌های انسانی و پساب‌های صنعتی به چاه‌های جذبی و آب‌های سطحی در مناطق مسکونی و واحدهای صنعتی از یک طرف سبب افزایش عناصر و ترکیبات مضر و از طرف دیگر استفاده نادرست چنین پساب‌هایی در بخش کشاورزی، در نهایت موجب ورود این آلاینده‌ها در غذای مردم گردیده است(برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۵). همان‌طور که قبلا نیز عنوان گردید، وضعیت آب در کشور در شرایط فعلی نیز بحرانی بوده و مسلما چنانچه روند موجود ادامه یابد، عواقب جبران ناپذیری برای توسعه کشور رقم خواهد خورد. بر اساس نتایج طرح جامع آب کشور، جمعیت کشور در سال ۱۴۲۰ حدود ۱۰۶ میلیون نفر برآورد شده است. در همین راستا و بر اساس دو سناریوی روند معمول (سرانه فعلی) و روند مطلوب (کاهش سرانه مصرف) میزان آب مورد نیاز شرب جوامع شهری و روستایی برآورد شده است که به ترتیب ۱۰,۹ و ۱۰,۲ میلیارد مترمکعب می‌باشد. میزان نیاز آب صنعت نیز در افق ۱۴۲۰، معادل ۵۶۰۸ میلیون مترمکعب برآورد شده است. لذا به فرض ثابت بودن مصرف کشاورزی نیز در افق سال ۱۴۲۰، میزان مصرف آب کشور(با در نظر گرفتن سناریوی مطلوب آب شرب) بالغ بر ۱۰۷ میلیارد

مترمکعب خواهد شد که به این ترتیب و با فرض ثابت ماندن منابع آب تجدیدپذیر درازمدت(۱۱۶ میلیارد مترمکعب)، حدود ۹۲ درصد از منابع آب تجدیدپذیر مورد استفاده قرار خواهد گرفت که تبعا این امر بخصوص بر مشکلات آب زیرزمینی خواهد افزود و شرایط ناپایداری را در کشور رقم خواهد زد. البته این امر با فرض ثابت بودن میزان مصرف کشاورزی است، در حالی که نیاز این بخش در سال۱۴۲۰، به میزان ۱۱۶ میلیارد مترمکعب برآورد شده است که با این ترتیب میزان مصرف از منابع آب تجدیدپذیر به ۱۰۰ درصد خواهد رسید. بنابراین چنانچه برنامه‌ریزی منسجمی برای خروج از بحران آب، که در واقع جلوگیری از بحران‌های شدیدتر در کشور خواهد نمود، انجام نپذیرد، خسارت جبران ناپذیری به کشور و نسل آینده وارد خواهد شد(برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۵). امروزه کمبود آب موضوع روشن و ملموسی است و در راستای کاهش مصرف و بهبود الگوی مصرف نیازمند فرهنگ-سازی و اطلاع رسانی در سطح ملی هستیم. با مطالعه‌ی سایر منابع این موضوع مشخص می‌شود که در صورت ادامه‌ی روند فعلی در خصوص مصرف آب، در آینده با مشکلات فراوانی مواجه خواهیم شد و باید کارشناسان، دولت‌مردان و دانشجویان با ارائه‌ی راه‌حل‌هایی به فکر مواجهه و رفع این بحران باشند.

۱-۴- خلاء تحقیقاتی و جنبه های نواوری تحقیق

با توجه به میزان منابع آب و سرانه مصرف، ایران از جمله کشورهایی است که در گروه کشورهای مواجه با کمبود آب قرار دارد. این گروه شامل کشورهایی است که در دهه‌ی آینده به شدت با کمبود آب مواجه خواهند شد. چیزی در حدود ۲۵ درصد مردم جهان از جمله ایران مشمول این گروه می-باشند. بر این اساس باید به فکر ارائه‌ی راهکارهایی بود که بتوان تا حد قابل ملاحظه‌ای از مصرف آب کاست. همانطور که در قسمت تاریخچه موضوع بیان شد پژوهش‌هایی در زمینه‌ی کاهش مصرف آب تاکنون ارائه شده است که بیش‌تر به فرهنگ‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف اب اشاره دارد، در این پژوهش انواع مصرف آب قسمت‌های مختلف دانشگاه شامل دانشکده‌ها و خوابگاه محاسبه و ارزیابی خواهد شد که در مطالعات مشابه تنها برخی مصارف مورد بررسی قرار گرفته است و راهکارهایی جهت

کاهش مصرف آب از دیدگاه اقتصادی ارائه خواهد شد که تاکنون در این زمینه به این شکل مورد بررسی قرار نگرفته است. با کاهش مصرف آب و استفاده بهینه از این منبع ارزشمند هزینه‌های پرداختی دانشگاه به سازمان آب کاهش خواهد یافت.

۱-۴-۱- خلاءتحقیقاتی

در یک پژوهش نمی‌توان تمامی پارامترهای تاثیرگزار بر کاهش مصرف آب را مورد ارزیابی قرار داد.

۱-۵- روش تحقیق یا تکنیک

روش‌های گوناگونی جهت حل یک مسئله وجود دارد اما در این پژوهش با توجه به این که جامعه‌ی آماری یک جامعه‌ی نسبتا بزرگ است، روش حل در این مسئله به صورت تحلیلی _ محاسباتی می-باشد.

۱-۶- روش و ابزار گرداوری داده ها و اطلاعات

مهم‌ترین روش‌ها و ابزارهای گردآوری شامل موارد زیر می‌باشند:

آزمایشگاهی، میدانی، تجربی و محاسباتی. همانطور که بیان شد اولین قدم در این پژوهش محاسبه میزان مصرف آب دانشگاه می‌باشد، برای این کار از روش آزمایشگاهی و میدانی استفاده خواهد شد.

۱-۷- قلمرو تحقیق(موضوعی، مکانی و زمانی)

موضوع اصلی و هدف نهایی در این پژوهش بر این مبنا استوار است که از آب‌های هدررفتی با استفاده از مخازن تصفیه کننده مجدد استفاده شود تا حد ممکن از هزینه‌های سالانه دانشگاه در خصوص مصرف آب کاسته شود. در این پژوهش مکان مورد مطالعه دانشکده‌ها و خوابگاه برادران پردیس مرکزی دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد که بیشترین مصرف آب را دارند. مدت زمان این پروژه بر اساس گارانتی دستگاه‌ها می‌تواند ۵۰ سال از زمان آغاز طرح ارائه گردد.

۱-۸- جامعه آماری و نمونه تحقیق

جامعه‌ی آماری در مطالعه‌ی حاضر میزان مصرف آب پردیس مرکزی دانشگاه صنعتی شاهرود است و نمونه‌ی آماری میزان مصرف آب دانشجویان حاضر در دانشکده‌ها و خوابگاه برادران پردیس مرکزی دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد.

۱-۹- تعریف کلیدواژه ها

۱-۹-۱-سپتیک تانک

یکی از انواع تصفیه‌خانه‌های کوچک آب‌های خاکستری و فاضلاب خانگی به شمار می‌روند. سیستم-های سپتیک‌تانک گسترده‌ترین سیستم‌های مورد استفاده در محل برای جمع‌آوری، تصفیه و دفع فاضلاب‌های خانگی در سراسر جهان می‌باشند(شهروئی و همکاران، ۱۳۹۵).

۱-۹-۲- آب خاکستری

آب خاکستری از فاضلاب تولید شده از مصارفی همچون شستشو ،استحمام و ... تولید می‌شود و نسبت به آب سیاه که شامل فاضلاب‌های مدفوعی و غیره است، کیفیت بهتری دارد و می‌توان با یک دیدگاه مدیریتی به راحتی آن را به چرخه مصرف بازگرداند و از آن به عنوان جایگزین مناسبی به جای آب تصفیه شده قابل شرب و باکیفیت بسیار بالا استفاده کرد(روحانی فرحمند، ۱۳۹۴).

۱-۹-۳-بازگردانی آب

بازیافت یا بازگردانی آب، استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده برای مقاصد مفید مانند آبیاری فضای سبز و فرآیندهای صنعتی است. به طور کلی هر نوع آب حاصل از شست و شو در خانه، جز آب توالت-ها، آب بازیافتی نامیده می‌شود(جمال‌فرد و لدنی‌نژاد، ۱۳۹۷).

۱-۹-۴-صرفه اقتصادی

کمیته حسابرسی عملیاتی سازمان حسابرسی، صرفه اقتصادی را « تلاش در جهت حداقل کردن هزینه کسب و استفاده از منابع با حفظ کیفیت مناسب » تعریف کرده است(صمصامی، ۱۳۹۳).

۱-۹-۵-دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشگاه صنعتی شاهرود دارای ۱۴ دانشکده و ۴ پردیس به نام‌های پردیس مرکزی، پردیس صنعت و فناوری‌های نوین، پردیس مهندسی کشاورزی و پردیس معدن آموزشی می‌باشد که در زمینی به مساحت بالغ بر ۱۸۲ هکتار گسترده شده‌اند(ویکی‌پدیا).

۱-۱۰- خلاصه فصل ها

این پایان نامه از ۵ فصل تشکیل شده است که به صورت زیر می باشد:

فصل اول به کلیات تحقیق از جمله طرح تحقیق و بیان مساله، بیان ضرورت و اهمیت تحقیق، نوآوری تحقیق، قلمرو تحقیق، جامعه آماری، روش و چگونگی انجام تحقیق و همچنین تعریف کلیدواژه‌ها می پردازد.

فصل دوم به بررسی اهمیت آب، مزایای بازیافت آب خاکستری و انواع سپتیک تانک می‌پردازد. در پایان به مرور ادبیات و پیشینه تحقیق درمورد استفاده از روش‌های تصفیه و بازگردانی آب و همچنین استفاده از آب‌های هدررفتی و بازگردانی آب و همچنین پیشینه‌ی استفاده از سپتیک تانک می‌پردازد.

فصل سوم به روش تحقیق و بیان روش‌های ارزیابی اقتصادی طرح‌های اقتصادی و مولفه‌های اقتصادی مرتبط و استفاده شده برای رسیدن به هدف پایان نامه می پردازد.

فصل چهارم به بیان نتایج بدست آمده و تحلیل و ارزیابی طرح و همچنین ارائه جدول و نمودارها می پردازد.

فصل پنجم به بیان نتایج و تفسیر آن ها می پردازد. همچنین ارائه پیشنهادات برای مطالعات آتی در این حوزه را به محققان بیان می کند.

فصل دوم: ادبیات تحقیق

۲-۱- مقدمه

امروزه وجود هزینه‌های بالای تصفیه، انتقال و توزیع آب بر کسی در صنعت آب و فاضلاب پوشیده نیست. دنیای امروز در راستای توزیع منابع و استفاده بهینه از آن است. با توجه به این که منابع آب در کشور ما محدود می‌باشند استفاده مجدد از آب و بازیابی آن، خود منبع عظیمی می‌باشد که با مدیریت، فرهنگ‌سازی، اجرای شرایط تشویقی و آگاه‌سازی جامعه قطعا می‌توان از این منبع عظیم به ویژه در مواقع اوج مصرف به خوبی استفاده نمود. بازیافت آب، گوهری که با توجه به کمبودهای فراوانی که در نقاط مختلف ایران نمایان است بیش از پیش باید مورد توجه قرار گیرد تا در کنار مدیریت الگوهای مصرف و استفاده از لوازم کاهنده بتواند سهم خود را در کاهش مصرف و استفاده بهینه از آب نشان دهد. این اقدامات علاوه بر کنترل مصرف و جلوگیری از هدررفت آب موجب کم شدن هزینه‌های تولید، کم شدن حجم و دبی وارده به تاسیسات آب و فاضلاب صرفه‌جویی خواهد شد که خود حرکت در مسیر اقتصاد مقاومتی می‌باشد. آب خاکستری دارای آلودگی کمی بوده که با جمع‌آوری و تصفیه جزئی آن در محل می‌توان از آن در جهت مصارفی که تماس مستقیم با انسان نیست، بهره برد. در این فصل به بیان مبانی نظری و ارائه‌ی تعاریف و مفاهیم استفاده شده در این پژوهش، اهمیت اقتصادی آب، مقایسه‌ی شاخص‌های جهانی استفاده و مصرف آب بین ایران و خاورمیانه، اهمیت و مزایای استفاده از آب خاکستری، انواع سپتیک تانک، روش‌های ارزیابی طرح‌های اقتصادی و مرور پیشینه پژوهش پرداخته شده است.

۲-۲-فرآیند تحقیق

مسئله مهم در این تحقیق استفاده مجدد از آب‌های خاکستری در دانشگاه صنعتی شاهرود در راستای کاهش هزینه‌های دانشگاه است. این کار توسط (میری و همکاران، ۱۳۹۶) در دانشگاه تربت حیدریه به نوعی انجام شد و نتایج مطلوبی را شامل شد. در این مطالعه، تعداد دانشجویان و اساتید هر دانشکده و همچنین تعداد دانشجویان حاضر در خوابگاه برادران بدست آمده است. انواع مصرف آب در دانشگاه تشخیص داده شده و با استفاده از داده‌های میدانی، متوسط مصرف هر شخص در هر نوع

استفاده از آب بدست آمده است. بر اساس تعداد دانشجویان و اساتید و متوسط مصرف آب در هر بخش، مصرف آب هر دانشکده و خوابگاه برادران به تفکیک محاسبه شده است. هزینه مصرف آب در بخش‌های مورد اشاره محاسبه شده و همچنین برآوردی از میزان آب‌های هدررفتی با امکان تصفیه و استفاده مجدد، بعمل آمده است و بدنبال آن هزینه‌ی آب‌های هدررفتی بصورت مجزا محاسبه شده است. در این مطالعه با محاسبه و طراحی مخازن ذخیره‌ساز و تصفیه‌کننده‌ی آب به تفکیک برای هر دانشکده و همچنین محاسبه‌ی میزان آب ذخیره شده سالانه در سپتیک تانک هر دانشکده و خوابگاه بر اساس هدررفت سالانه هر بخش و جمع عددی همه موارد مورد اشاره، کل آب ذخیره شده در مخازن دانشگاه در سال بدست آمده است؛ با ضرب این عدد در قیمت واحد آب، هزینه کاهش یافته‌ی مصرف آب در یک سال بدست آمده است. با مقایسه‌ی قیمت و بهای تمام شده‌ی خرید، نصب و استفاده از سپتیک تانک با متوسط هزینه‌ی سالیانه آب دانشگاه و با در نظر گرفتن عمر مفید این دستگاه‌ها، و همچنین تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی توسط نرم افزار اکسل مشاهده شده که استفاده از این تکنولوژی برای دانشگاه با صرفه اقتصادی زیادی همراه است.

۲-۳-اهمیت آب

آب بعنوان نیاز اولیه انسان محسوب می شود. اگر چه آب یکی از منابع تجدیدشونده هست ، اما مقدار آن محدود است. با توجه به رشد جمعیت،گسترش صنعت، بالارفتن سطح بهداشت و رفاه عمومی، سرانه آب تجدید شونده رو به کاهش است. به همین جهت دستیابی به تعادل نسبی در زمینه عرضه و مصرف آب یک اصل اساسی و ضروری بوده و جز با ایجاد نظام جامع مدیریت آب میسر نیست. اکنون در مدیریت منابع آب باید بیشتر به مدیریت تقاضا توجه کرد. کلیه اقداماتی که بر کیفیت و کمیت آب ورودی به یک سیستم مصرف موثرند، بخشی از مدیریت عرضه و هر آنچه که بر مصرف و یا اتلاف آب پس از آن موثر بوده، مدیریت تقاضاست. در ایران صرف‌نظر از مشکل کم آبی، مشکلات طبیعی و جغرافیایی همچون وجود آب و هوای خشک، توزیع نامناسب مکانی و زمانی بارندگی، بالا بودن میزان

تعرق، شور شدن آب‌های شیرین و مشکلات اجتماعی نظیر تلفات آب وجود دارد(زارع مهرجردی، ۱۳۹۷).

۲-۴-ارزش اقتصادی آب

به طور کلی ارزش اقتصادی آب می‌تواند قیمت تمام شده یک متر مکعب آب باشد که بنابر ضوابط تعیین می‌شود. تعیین این با توجه به مجموعه‌ای از هزینه‌های موجود برای تامین، تصفیه، انتقال، ذخیره و نگهداری و توزیع آب در یک دوره یکساله انجام می‌شود و به این وسیله قیمت تمام شده آب محاسبه می‌شود. با جمع کردن کل هزینه‌ها و اقساط سالانه و مقدار آب استحصال شده در مدت یک سال قیمت تمام شده یک متر مکعب آب تامین می‌شود. ارزش اقتصادی آب شامل ارزش ذاتی آن در هر منطقه متناسب با شرایط طبیعی و اقلیمی در دسترسی به آب، ارزش سرمایه‌گذاری‌های تامین، انتقال، توزیع و بازیافت آب برای بخش‌های مختلف مصرف است و ارزش آب بستگی به منطقه مورد مطالعه نیز دارد. همچنین در تعیین ارزش آب در مصارف مختلف، باید نیازهای پایه آب شرب و بهداشتی در چارچوب الگوی مصوب برای شهر و روستا تامین شود(تابش و بیگی، ۱۳۹۵). به طور کلی عرضه آب شامل آب‌های سطحی و آب‌های زیر زمینی(آب‌های تجدیدپذیر) که در حال حاضر معادل ۱۱۶ میلیارد مترمکعب و تقاضای آب شامل تقاضای بخش‌های شرب، صنعت، کشاورزی و زیست محیطی است که ۸۶ درصد از کل عرضه آب را شامل می‌شود. بر اساس استانداردهای جهانی وضعیت استفاده از کل آب تجدیدشونده کشور، فوق بحرانی است(سند برنامه ششم، ۱۳۹۵).

۲-۴-۱-مبانی قیمت‌گذاری آب

قیمت محل تلاقی منحنی عرضه و تقاضاست. به عبارت دیگر در نقطه‌ی معینی از عرضه و تقاضا، قیمت تعادلی بین این دو متغیر برقرار می‌گردد. در طرف عرضه، هزینه‌ی نهایی تولید کالای موردنظر، تعیین کننده قیمت کالاست. قیمت کالاهایی که مصرف آنها جنبه مصرف نهایی دارد و به علت حیاتی بودن، عرضه آن‌ها توسط بخش عمومی و دولت انجام می‌گیرد. بر اساس تمایل پرداخت مصرف کننده، تعیین می‌شود. اما قیمت کالایی که مصرف آنها جنبه مصرف واسطه برای تولید کالاها و خدمات

دارد. بر مبنای توانایی پرداخت مصرف کننده، تعیین می‌شود. توانایی پرداخت بر مبنای بازده نهایی مصرف کالای مورد نظر، تعیین می‌شود. یعنی در مصارف واسطه، مصرف کننده حداکثر قیمتی که پرداخت می‌کند معادل درآمد نهایی ناشی از مصرف همان کالا در فرآیند تولید است. آب در برخی مصارف نظیر مصارف شرب و بهداشت جنبه مصرف نهایی و در برخی دیگر نظیر صنعت، کشاورزی و خدمات، جنبه مصرف واسطه دارد. بنابراین قیمت گذاری گروه اول باید بر اساس تمایل پرداخت و قیمت گذاری گروه دوم بر اساس توانایی پرداخت انجام گیرد. برای کشف قیمت اساس تمایل پرداخت در مصارف شرب و بهداشت، روش‌های مختلفی وجود دارد. از جمله این روشها روش ارزش گذاری مشروط و روش جایگزین است. اما کشف قیمت بر مبنای توانایی پرداخت در بازار صورت می‌گیرد. در بازار، قیمت کالاهای هر بنگاه اقتصادی با توجه به ملاحظات زیر تعیین می شود:

۱-ارزش مصرفی کالا از دیدگاه مصرف کننده

۲-قیمت کالا با کالاهای رقیب

۳-استراتژی قیمت گذاری بنگاه تولید کننده کالا(مستوری و احمدلو، ۱۳۹۷).

۲-۴-۲-مبانی قیمت‌گذاری آب در ایران

در ایران در زمینه قیمت گذاری آب شهری از روش قیمت گذاری دو تعرفه‌ای استفاده می‌شود. در این روش دو قیمت تعیین می‌شود. یکی از این دو قیمت برای حق استفاده از آب (تحت عنوان حق انشعاب) و دیگری برای مقادیر مصرفی آب (تحت عنوان آب بها) است. با توجه به محدودیت منابع آب، برای قیمت گذاری مقادیر مصرفی، تشویق به مصرف کمتر برای بلوک‌های پرمصرف بیشتر است. در مصارفی که از آب بعنوان نهاده استفاده می‌شود، روش دسته بندی قیمت مورد استفاده قرار می-گیرد. در این روش مشتریان براساس خصوصیاتشان دسته بندی شده و بنگاه، قیمت‌های متفاوتی را برای هر دسته اعمال می‌کند. آب بهای کشاورزی بر مبنای عملکرد در واحد سطح و قیمت تولید کننده (سرخرمن) هر محصول تعیین می‌شود. به عبارت دیگر نوع محصول، عملکرد و قیمت آن در میزان (تعرفه) آب اثر دارد. برای محصولات کشاورزی، بسته به نوع شبکه (مدرن،نیمه سنتی،سنتی)

به ترتیب، سه، دو و یک درصد از ارزش محصول، بعنوان آب بها از بهره برداران دریافت می‌شود. برای مصارف دیگر نظیر صنعت و خدمات نیز قیمت آب بصورت متمرکز توسط دولت تعیین می‌شود. در هر یک از حالات مذکور، قیمت آب به میزانی نیست که بتواند هزینه تمام شده آب را برای بنگاه تولید کننده(شرکت‌های آب منطقه ای) جبران کند. بنابراین با نظام قیمت گذاری کنونی، قیمت هر واحد آب مصرفی در کلیه مصارف، با درجات مختلف حامل یارانه پنهان برای مصرف کننده است(مستوری و احمدلو، ۱۳۹۷). بر اساس اعلام اداره آب و فاضلاب شهرستان شاهرود، قیمت آب برای دانشگاه صنعتی شاهرود تا سقف ماهانه ۷۰۰۰ مترمکعب، هر مترمکعب ۵۵۶ تومان است. مصرف بیش از سقف مجاز ماهانه در دانشگاه، با تعرفه آزاد و به صورت مترمکعبی ۵۰۰۰ تومان محاسبه می‌شود.

۲-۴-۳- تفاوت گروه‌های مصرف کنندگان

تقاضای آب به سه دسته کلی، تقاضا برای آب کشاورزی، تقاضا برای مصارف صنعتی و تقاضا برای مصارف شهری دسته بندی می‌شود. نوع استفاده از آب در هریک از این سه گروه تقاضا مختلف است. بخش عمده آب استحصال شده صرف کشاورزی می‌شود و آب برداشتی در صنعت برای خنک کردن ماشین آلات تولیدی، ایجاد بخار و تبدیل بخار به آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. تقاضای آب شهری شامل انواع تقاضای آب برای کاربردهای خانگی، عمومی و تجاری است. تقاضای خانگی یا مسکونی نیز شامل استفاده به وسیله خانوارها در داخل یا خارج از محدوده مسکونی می‌شود. حجم آب مورد استفاده بر حسب ماهیت اسکان یا ترکیب خانوار، شغل ساکنان، قیمت آب، اندازه گیری و کنترل مصرف آب، عوامل فرهنگی و درآمد تغییر می‌کند. همین تفاوت گروه مصرف کنندگان باعث می‌شود که کشش قیمتی آب در بخش های مختلف متفاوت باشد. بر همین اساس آب برای مصارف ضروری چون آشامیدن، تهیه غذا و بهداشت کالایی بی‌کشش است. همین کالا در مصارفی چون ورزش‌های تفریحی با کشش است. در طرف مقابل برخی کارشناسان معتقدند که تقاضا برای آب به شدت بی کشش است و افزایش قیمت تنها باعث افزایش صورت حساب قبض می شود و روی میزان مصرف اثر نمی‌گذارد. براساس قانون تقاضا با کاهش قیمت یک کالا، مقدار تقاضا برای آن افزایش پیدا می‌کند.

کشش قیمتی تقاضا مقدار تغییر تقاضا را نسبت به تغییر قیمت اندازه‌گیری می‌کند. وقتی مقدار تقاضا در مقابل تغییرات قیمت واکنش بسیار زیادی از خود نشان می‌دهد، می‌گوییم تقاضا باکشش (پرکشش) است. وقتی مقدار تقاضا درمقابل تغییرات قیمت واکنش بسیار کمی از خود نشان می‌دهد، می‌گوییم تقاضا بی‌کشش (کم‌کشش) است. در نتیجه این تعاریف از آنجا که آب ماده ضروری برای همه تعریف می‌شود. تحت هر شرایطی خریداری می‌شود و نمی‌توان با افزایش بهای آن ، تقاضا را کاهش داد. پیترراجرز و همکارانش در مقاله‌ای با عنوان آب کالای اقتصادی معتقدند که تنها راه کاهش مصرف آب، سهمیه بندی آن و ترویج صرفه جویی در مصرف آب است. این پژوهشگران اعتقاد دارند با وجود تمام این رویکردهای گوناگون باید بحث بر سر باکشش و بی‌کشش بودن آب را کنار گذاشت. آنها اعتقاد دارند، آب کالایی است که در قیمت‌های مختلف و مصارف مختلف کشش‌های مختلفی را از خود نشان می‌دهد و در واقع تقاضا در سطوحی با کشش و در سطوحی دیگر بی‌کشش است(مستوری و احمدلو، ۱۳۹۷).

۲-۵-مقایسه چند شاخص

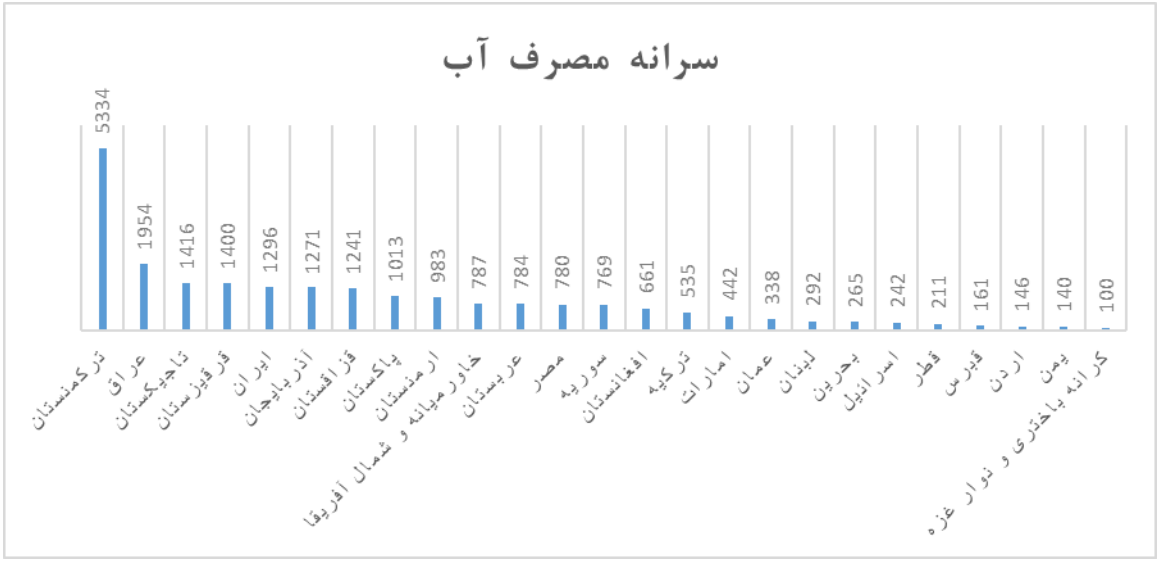
۲-۵-۱-شاخص بهره‌وری آب در ایران و جهان

براساس گزارش بانک جهانی(۲۰۱۵)، میزان تولید ناخالص داخلی کشور به ازای یک متر مکعب آب در سال ۲۰۱۳، تنها ۲,۴ دلار به قیمت سال ۲۰۰۵ بوده است، در حالی که این شاخص در متوسط جهانی، ۱۴,۵ دلار، در کشورهای با درآمد متوسط ۵,۱ دلار و در کشورهای با درآمد بالا، ۳۸,۳ دلار بوده است. البته رشد این شاخص نیز در کشور ما ناچیز و از ۱,۶ در سال ۱۹۹۷ به ۲,۴ در سال ۲۰۱۳ (تنها ۰,۸ دلار رشد طی ۱۶ سال) رسیده است در حالی که این درآمد در کشورهای با درآمد متوسط طی همین دوره، ۲,۴، در کشورهای با درآمد بالا، ۹ و در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا ۴,۸ دلار رشد داشته است. متاسفانه میزان بهره‌وری آب در کشور ما حتی از کشورهای با درآمد پایین (۲,۸ دلار) نیز پایین‌تر می‌باشد. این نکته نیز حائز اهمیت است که جهت‌گیری کشور وفق سند برنامه چشم انداز کشور، کسب مقام اول در بین کشورهای منطقه در این زمینه است و این در حالی است

که با روند فعلی این امر در افق چشم انداز محقق نخواهد شد. در حال حاضر بهره وری آب عربستان سعودی ۲۱,۴ دلار به ازای یک متر مکعب آب و در ترکیه این میزان ۱۶,۳ دلار به ازای هر متر مکعب می‌باشد و رشد آنها نیز طی سال‌های اخیر چشم گیر بوده است(سند برنامه ششم، ۱۳۹۵).

۲-۵-۲- مصرف سرانه آب

مصرف سرانه آب بر اساس تعریف مرکز آمار ایران، عبارت از کل مصرف آب در یک محدوده جغرافیایی در یک دوره زمانی، تقسیم بر تعداد جمعیت در همان دوره است. این شاخص نشان از الگوی صحیح مصرف دریک کشور دارد و نشان دهنده‌ی این موضوع است که آیا مصرف آب متناسب با ارزش افزوده تولیدات یک کشور می‌باشد(سند برنامه ششم، ۱۳۹۵). نمودار ۱ سرانه مصرف آب ایران و برخی کشورهای جهان را نشان می‌دهد.



نمودار۲-۱: مصرف سرانه آب ایران و کشورهای خاورمیانه ۱۳۹۵
منبع: پایگاه اطلاعاتی بانک جهانی

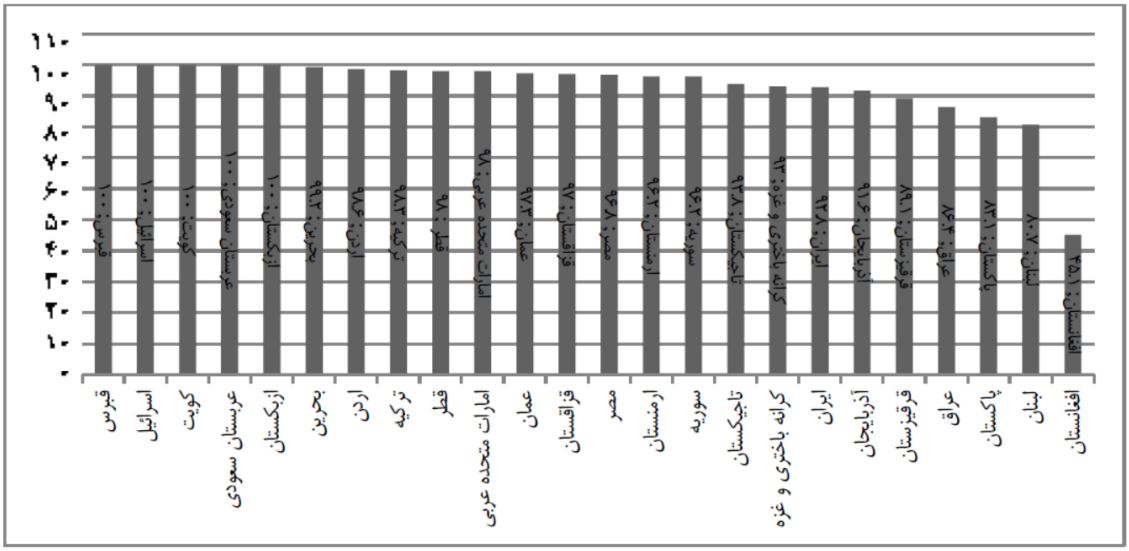
۲-۵-۳- درصد آب های تنظیم شده به کل آب های قابل تنظیم

این شاخص نشان از توسعه یافتگی و سازمان‌دهی شبکه آب یک کشور دارد. آب‌های تنظیم شده، آب‌هایی هستند که توسط سیستم‌های طراحی شده تحت کنترل درآمده‌اند و امکان بهره‌برداری از آن

وجود دارد. هر چه از کل آب‌هایی که امکان تنظیم آن وجود دارد، به میزان بیشتری تنظیم شود، نشان از مدیریت بهینه این حوزه دارد(سند برنامه ششم، ۱۳۹۵).

۲-۵-۴- درصد جمعیت تحت پوشش استفاده از فاضلاب کشور

درصد جمعیت تحت پوشش استفاده از فاضلاب بر اساس تعریف برنامه توسعه سازمان ملل(UNDP)، درصدی از جمعیت که از خدمات سازمان یافته دفع بهداشتی فاضلاب، از طریق اتصال به سیستم و مجاری فاضلاب عمومی شهرها یا سیستم‌های دفع بهداشتی خانگی مانند استفاده از سنگ دستشویی و تانک‌های ضدعفونی کننده سیفون دار، توالت اشتراکی و یا دیگر تسهیلات مشابه برخوردارند، اطلاق می‌گردد. این شاخص نشان دهنده‌ی توسعه‌یافتگی شبکه فاضلاب کشور می‌باشد که بر اساس استانداردهای ملی و بین‌المللی شبکه فاضلاب را برای جمعیت به ویژه جمعیت شهری فراهم می-نمایند. نمودار ۲ درصد جمعیت تحت پوشش استفاده از فاضلاب کلانشهرهای کشور ایران و کشورهای خاورمیانه را نشان می‌دهد(سند برنامه ششم، ۱۳۹۵).

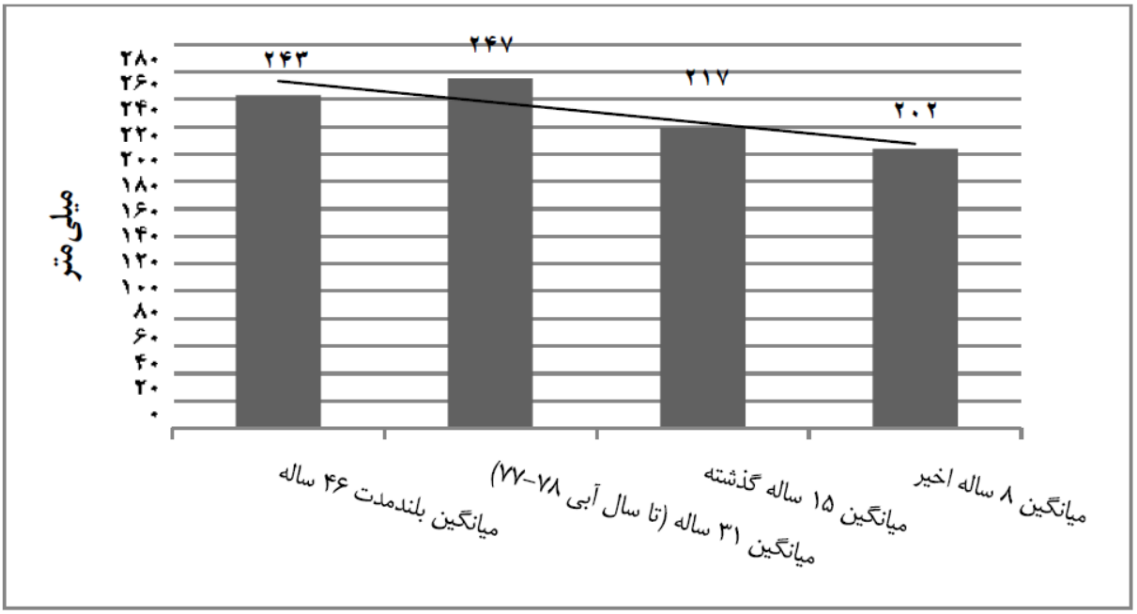


نمودار۲-۲: درصد جمعیت تحت پوشش استفاده از فاضلاب کشورهای خاورمیانه ۱۳۹۵
منبع: پایگاه اطلاعاتی بانک جهانی

لازم به ذکر است که در نمودار ۲ درصد جمعیت شهری(کلانشهرها) ایران که دسترسی به خدمات دفع بهداشتی فاضلاب دارند، ارائه شده(طبق استانداردهای بین‌المللی)، اما آنچه که در ایران ملاک

عملکرد می‌باشد، میزان درصد جمعیت تحت پوشش شبکه جمع آوری و تصفیه فاضلاب می‌باشد که در پایان سال ۱۳۹۳، ۴۱,۵ درصد بوده است(سند برنامه ششم، ۱۳۹۵).

۲-۵-۵- تغییرات میزان بارش کشور طی سال‌های گذشته



نمودار۲-۳: تغییرات میزان بارش کشور طی سال‌های گذشته

منبع: سند برنامه ششم توسعه، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور۱۳۹۵

نمودار ۳ تغییرات میزان بارش کشور طی سال‌های گذشته را نشان می‌دهد. میانگین بارندگی کشور از سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۵، ۲۰۲ میلیمتر است که نسبت به میانگین بلندمدت ۴۶ ساله کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد(سند برنامه ششم، ۱۳۹۵).

۲-۵-۶- مقایسه درصد کل برداشت از منابع آب تجدیدشونده داخلی بین ایران و خاورمیانه

نام کشور	درصد کل برداشت از منابع آب تجدیدشونده داخلی
آذربایجان	۱۴۷
اردن	۱۳۸
ارمنستان	۴۲.۹
رژیم اشغالگر قدس	۲۶۰
افغانستان	۴۳
امارت متحده عربی	۲۶۶۵
ایران	۷۲.۶
بحرین	۸۹۳۵
پاکستان	۳۳۴
تاجیکستان	۱۸
ترکمنستان	۱۹۸۹
ترکیه	۱۸
سوریه	۲۳۵
عراق	۱۸۷
عربستان سعودی	۹۸۶
عمان	۹۴
قبرس	۲۶
قرقیزستان	۱۶
قزاقستان	۳۳
قطر	۷۹۳
کرانه باختری ونوارغزه	۵۱
کویت	-
لبنان	۲۷
مصر	۳۷۹۴
یمن	۱۷۰
خاورمیانه و شمال آفریقا	۱۲۲

جدول۲-۱: درصد کل برداشت از منابع آب تجدیدشونده داخلی کشورهای خاورمیانه ۱۳۹۵

منبع: پایگاه اطلاعاتی بانک جهانی

۲-۶- آب خاکستری

آب خاکستری[1]، از فاضلاب تولید شده از مصارفی همچون شستشو ،استحمام و ... تولید می‌شود و نسبت به آب سیاه که شامل فاضلاب‌های مدفوعی و غیره است، کیفیت بهتری دارد و می‌توان با یک دیدگاه مدیریتی به راحتی آن را به چرخه مصرف بازگرداند و از آن به عنوان جایگزین مناسبی به جای آب تصفیه شده قابل شرب و باکیفیت بسیار بالا استفاده کرد. یکی دیگر از ویژگی های آب خاکستری تصفیه ساده و بسیار کم هزینه آن در محل است. آب خاکستری را به راحتی می توان در محل جمع آوری و پس ازآن بازیافت و تصفیه نمود. این ایده به خصوص در مکان‌هایی که مصارف آبی بالایی دارند، می‌تواند انجام شود. با توجه به هزینه های بسیار پایین و روش های ساده تصفیه و بازیافت آب خاکستری، بهترین راه ، جمع آوری آن به صورت مجزا بدون مخلوط شدن با آب سیاه است(روحانی فرحمند، ۱۳۹۴). مزایای جداسازی آب خاکستری از آب سیاه و استفاده از آن به شرح موارد زیر می‌باشد:

۲-۶-۱- کاهش در مصرف منابع آب شیرین و باکیفیت

به این معنی که به جای استفاده از منابع محدود آب شیرین برای بعضی از مصارف از آب غیر شرب استفاده می‌شود. کاهش در برداشت بی‌رویه و بیش از حد منابع آب شیرین موجود موجب حفظ و پایداری این منابع محدود می‌شود. آب خاکستری تا حدود ۵۰ درصد میزان نیاز آبی یک ساختمان را می‌تواند برطرف نماید(روحانی فرحمند، ۱۳۹۴).

۲-۶-۲- افزایش کیفیت آب تصفیه شده

با توجه به کاهش تقاضا برای آب شرب و از طرفی کاهش حجم تصفیه آب شرب می توان تصفیه کامل تری را در راستای افزایش کیفیت آب انجام داد و در نتیجه کیفیت آب شرب مصرفی افزایش می یابد(روحانی فرحمند، ۱۳۹۴).

---

1 Graywater

۲-۶-۳- کاهش هزینه‌های تصفیه آب

با توجه به کاهش مصارف آب شرب، این طرح کاهش هزینه‌های تصفیه و از طرفی کاهش هزینه‌های طرح‌های توسعه تصفیه‌خانه‌ها را به دنبال خواهد داشت که این امر باعث صرفه‌جویی اقتصادی خواهد بود. از سوی دیگر کاهش ظرفیت تصفیه خانه آب، استفاده کمتر از مواد شیمیایی را در پی دارد که باعث کاهش آلودگی‌های زیست محیطی می‌شود و این امر موجب افزایش کیفیت مناطق شهری خواهد شد(روحانی فرحمند، ۱۳۹۴).

۲-۶-۴- کاهش هزینه‌های انتقال و تصفیه فاضلاب

کاهش مصرف آب شرب و همچنین استفاده آب خاکستری در محل باعث کاهش هزینه های انتقال در شبکه و از طرفی کاهش هزینه های تصفیه خانه خواهد شد. پس می توان به این نکته اشاره کرد که جداسازی و تفکیک آب خاکستری از آب سیاه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است(روحانی فرحمند، ۱۳۹۴).

۲-۶-۵- حفظ منابع آب برای نسل‌های آینده

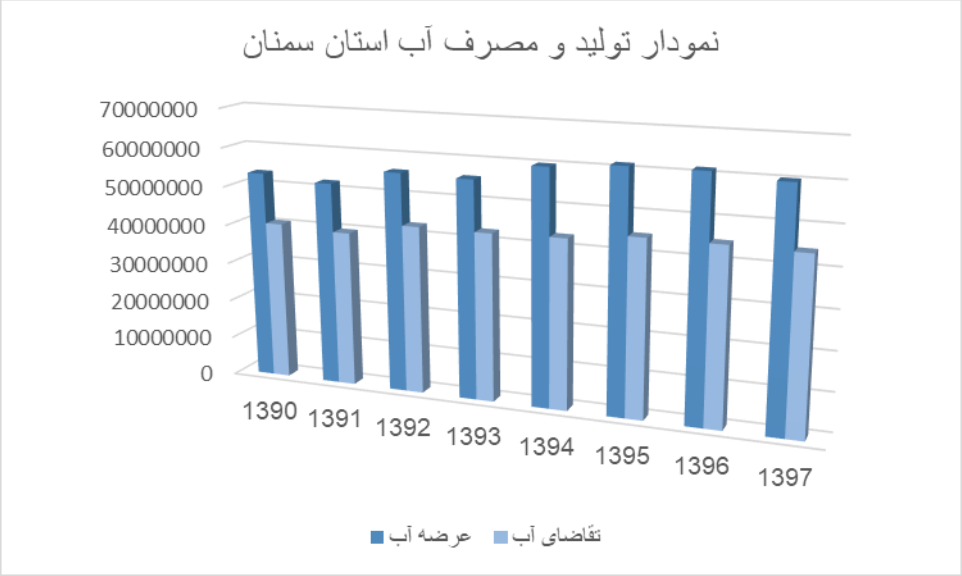
مهم‌ترین ویژگی استفاده از آب خاکستری، حفظ و ذخیره آب شیرین برای نسل‌های آینده و خروج از مرحله بحران آبی است که همین ویژگی باعث منحصر به فرد بودن این طرح می‌شود و می‌تواند مشکل محدودیت منابع آبی را حل کرده و به عنوان منبع جدید آبی شناخته و استفاده شود(روحانی فرحمند، ۱۳۹۴).

۲-۷- بازچرخانی پساب ها ضرورتی برای دستیابی به توسعه پایدار

با توجه به توسعه شهرها و و افزایش جمعیت شهرنشین و گسترش صنایع و کارخانه‌ها، مسئله آلودگی محیط زیست روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. با گسترش زندگی ماشینی و به علت توجه نکردن افراد به منافع همگان، هر روز انواع زیادی از آلودگی، محیط زیست را در معرض خطر جدی قرار می‌دهد. امروزه استفاده مجدد از فاضلاب‌های تصفیه شده به عنوان یکی از منابع تامین آب با توجه به افزایش جمعیت جهان و کمبود منابع آبی، برای مصارف غیر خانگی مانند آبیاری فضاهای

سبز درون شهری، پارک ها، جنگل کاری و شستشوی خیابان‌ها و کانال‌های فاضلاب و خصوصا آبیاری محصولات کشاورزی و... بسیار مورد توجه قرار گرفته است؛ از طرفی برخورداری از محیط زیستی سالم حق همه‌ی مردم جامعه است که در این زمینه فرآیند تصفیه فاضلاب‌ها نقش بسزایی در کاهش آلودگی محیط زیست و دستیابی به توسعه پایدار خواهد داشت. لذا به عنوان یک مبنای کلی به فرآیند بازچرخانی پساب‌ها به عنوان یکی از گزینه‌های توسعه پایدار و راهکار ارزنده جهت کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و برطرف کردن مشکل کم آبی، توجه خاصی مبذول شده است(رزاقی بورخانی، ۱۳۸۸). در جدول بعد روند تغییر عرضه و تقاضای آب در استان سمنان طی سال‌های ۱۳۹۰_۱۳۹۷ آمده است.

۲-۸- روند تغییر عرضه و تقاضای آب در استان سمنان طی سال های۱۳۹۷-۱۳۹۰



نمودار۲-۴-عرضه و تقاضای آب استان سمنان

منبع: شرکت آب و فاضلاب استان سمنان۱۳۹۸

این نمودار نشان می‌دهد که به طور متوسط از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷، ۷۴ درصد از میزان عرضه و تولید آب در استان سمنان تقاضا و مصرف می‌شود.

۲-۹- سپتیک تانک[1]

"سپتیک تانک" مخزنی است در ظرفیت‌های ۵ تا ۴۵۰ مترمکعب دارای نقشه اجرایی مشخص و قیمتی متغیر حداقل دو قسمته مشتمل بر مخزن اولیه به حجم ۶۶ درصد کل ظرفیت سپتیک و مخزن ثانویه به حجم ۳۴ درصد، از هر جنسی که در مقابل خوردگی فاضلاب مقاوم باشد. طراحی آن وابسته است به ظرفیتی که بواسطه دانش مهندس مشاور و تجربه طراح سپتیک تانک حاصل می‌شود. جنس آن می‌تواند هر چیزی که می‌توان با آن تانک یا مخزن ساخت اعم از سنگ، آجر، بتن، خاک، پلی اتیلن نرم، پلی اتیلن صلب یا سنگین، کامپوزیت، اف آر پی، جی آر پی، اس ام سی و ... باشد. نحوه استقرار سپتیک تانک می‌تواند عمودی یا افقی باشد و در هر دو صورت طراحی سپتیک تانک به نحوی است که بصورت تله عمل می‌کند و تمام فاضلاب جامد را از پساب خروجی می‌گیرد و تحویل باکتری‌های بی‌هوازی می‌دهد تا آن‌ها با قدرت خود شرایط پاکسازی و از بین بردن انواع انگل‌ها و ... را فراهم نمایند. در نتیجه پساب خروجی از سپتیک تانک عاری از هر گونه چربی و جامدات می‌باشد و با سرعت درون چاه فاضلاب جذب می‌گردد(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴). با توجه به شرایط موجود در کشور و مشکل بی آبی، به ضرورت استفاده از سپتیک تانک می پردازیم. سپتیک تانک در مقطع فعلی در کشور می‌تواند راه گریزی از معضل پیچیده دفع فاضلاب‌های مسکونی باشد و به همین دلیل با پیشرفت این سیستم می‌توان به شهری سالم‌تر و امروزی‌تر دست یافت. در ادامه به انواع موجود سپتیک تانک و مزایای این سیستم و نحوه دفع فاضلاب و ساختار و اجزاء این سیستم می‌پردازیم. از دستگاه سپتیک تانک در پروژه های مختلف جهت تصفیه فاضلاب آپارتمان‌ها و ساختمان‌های مسکونی، ویلایی، هتل‌ها، مراکز درمانی، بیمارستان‌ها، کارخانجات، فاضلاب‌های شهری و روستایی، مراکز آموزشی، پادگان‌ها، پایانه‌های باربری و مسافربری و ... می‌توان استفاده نمود.

---

[1] Septictank

۲-۹-۱- انواع سپتیک تانک

سپتیک تانک در کشورها و جوامع مختلف با مواد مختلفی تولید می‌گردد . میزان بودجه‌ای که کارفرما برای تصفیه فاضلاب تخصیص داده است عامل مهمی در نوع سپتیک تانکی است که برای یک پروزه مد نظر قرار می‌گیرد. سپتیک تانک می‌تواند با مواد اولیه بتنی، پلی اتیلن تک، دو و سه لایه، دوجداره کورتیوب، کاروگیت و اسپیرال و نهایتا کامپوزیت یا فایبرگلاس تولید گردد. کمترین قیمت مربوط به سپتیک تانک با جنس بدنه بتنی است(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۲-۹-۱-۱- سپتیک تانک بتنی

این دستگاه به شکل استوانه سرپوشیده‌ای است که معمولا با بتن مسلح و در ابعاد و احجام مختلف ساخته می‌شود. طریقه کار آن به این شکل است که، فاضلاب از قسمت ورودی دستگاه که در بالای این استوانه قرار دارد، داخل می‌آید و با برخورد به پره‌های دستگاه به قسمت پایین که انباره نامیده می‌شود هدایت می‌گردد. فاضلاب بدلیل کاهش سرعت جریان و زمان ماند در نظر گرفته شده مواد جامد و معلق خود را بصورت ته‌نشینی از دست می‌دهد و مواد ته‌نشین شده به صورت لجن در کف انباره جمع می‌شوند(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۲-۹-۱-۲- سپتیک تانک پلی اتیلن[1]

این دستگاه اغلب به شکل استوانه افقی است که از جنس لوله کاروگیت یا لوله انواع دیگر لوله اسپیرال دوجداره پلی اتیلن یا حتی لوله کورتیوب تولید می‌شود. نحوه کار سپتیک تانک پلی اتیلن به این صورت است که فاضلاب از قسمت عدسی ورودی سپتیک تانک وارد می‌شود و بعد از گذر از فضای اولیه به قسمت فضای ته‌نشینی سپتیک تانک و زلال‌سازی منتقل می‌شود و در نهایت پس از حذف بیش از ۵۰ درصد از بار آلودگی به درون چاه جذبی یا تصفیه خانه هوازی فاضلاب جریان می-یابد(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

---

[1] polyethylene Septic Tank

۲-۹-۱-۳- سپتیک تانک کامپوزیت[1]

سپتیک تانک کامپوزیت یکی دیگر از انواع مختلف سپتیک تانک می‌باشد که جنس بدنه آن از فایبرگلاس ساخته شده است . از مهمترین ویژگی‌های سپتیک تانک کامپوزیت می‌توان به تحمل بالای بار خاک و بار ترافیک در زیر زمین و نزدیک به زیر نقطه فشار اشاره کرد. در حالیکه در سپتیک تانک پلی اتیلن برای داشتن این ویژگی می‌بایست سپتیک تانک حداقل ۲ متر زیر خاک برود تا فشار نقطه‌ای زیر لاستیک ماشین تبدیل به فشار سطحی شود. در حقیقت سپتیک تانک کامپوزیت یا سپتیک تانک فایبرگلاس قابلیت تبدیل فشار نقطه‌ای به فشار سطحی را بسیار مستحکم‌تر از پلی‌اتیلن داراست. البته بدلیل هزینه حمل و نصب بسیار بالا و عمر نه چندان طولانی سپتیک تانک تولید شده با مواد اولیه سیمان و میلگرد می‌توان به جرات گفت قیمت تمام شده سپتیک تانک پلی اتیلن دوجداره اسپیرال با توجه به گارانتی ۵۰ ساله و هزینه حمل و نصب ناچیز نهایتا مقرون به صرفه‌ترین نوع سپتیک تانک خواهد بود. به همین دلیل در ادامه به توضیح بیشتر سپتیک تانک پلی اتیلنی پرداخته می‌شود(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۲-۹-۲- سپتیک تانک پلی اتیلن

سپتیک تانک پلی اتیلن یکی از انواع مختلف سپتیک تانک است که بدلیل مزایای زیادی که دارد امروزه مورد توجه اغلب مشاورین، مهندسین، پیمانکاران و کاربران نهایی قرار گرفته است. مهمترین مزایای سپتیک تانک پلی اتیلن افقی و عمودی شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- تولید سریع: فاصله زمانی ارسال سفارش و تولید در حجم ۴۰۰ مترمکعب در کارخانه نهایتا ۵ روز کاری می‌باشد.

۲- استفاده از خاصیت سبک بودن پلی‌اتیلن که در هنگام جایگذاری و حمل‌ونقل سپتیک تانک کمک شایانی به کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و نصب خواهد نمود.

---

[1] Composite Septic Tank

۳- سپتیک تانک با جنس بدنه پلی‌اتیلن البته دوجداره دارای تحمل بار خاک تا عمق‌های بسیار زیاد و تحمل بار ترافیک را داراست.

۴- سپتیک تانک پلی اتیلن بدلیل خاصیت عایق گرما بودن باعث جلوگیری از هدررفت گرمای حاصل از فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی درون مخزن سپتیک تانک می‌گردد و نهایتا کارایی بالاتری نسبت به سایر انواع سپتیک تانک دارد.

۵- سیستم آماده، ۶-نصب ساده، ۷-تصفیه دائم، ۸-آب بندی کامل، ۹-داشتن محیطی سالم و بهداشتی، ۱۰عدم صدمه در حوادثی مانند زلزله، ۱۱-استحکام بسیار بالای جداره و امکان مدفون کردن آن‌ها، ۱۲-مقاومت بسیار بالا در مقابل خوردگی و مواد شیمیایی، ۱۳- قابلیت ساخت آن‌ها در ابعاد دلخواه، ۱۴-دارا بودن پوشش ضد UV، ۱۵- دارای گارانتی حداقل ۵۰ سال(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۲-۹-۳- تاریخچه اختراع سپتیک تانک

از جمله مشکلاتی که در جمع آوری فاضلاب خام در سطح روستاها وجود دارد عدم جریان کافی فاضلاب در لوله‌ها می‌باشد یعنی در صورت عدم استفاده از سپتیک تانک ، فاضلاب خروجی از منبع فاضلاب سرعت کافی برای جریان یافتن درون لوله‌ها را ندارد و به همین علت کم بودن سرعت، مواد معلق در لوله‌های انتقال فاضلاب رسوب و سیستم از کار خواهد افتاد. پیرو همین نقطه ضعف سیستم-های جمع‌آوری فاضلاب، تصمیم به جمع آوری فاضلاب ته نشین شده از طریق نصب مخازن سپتیک (سپتیک تانک) اتخاذ گردید. در این صورت پساب خروجی از سپتیک تانک که مواد معلق خود را در دستگاه سپتیک از دست داده است قادر خواهد بود با سرعت و شیب کمتری بدون مشکل در فاضلاب‌روها جریان یابد. قابل توجه است که فاضلاب‌روی ساختمان که عمل جمع آوری فاضلاب تولیدی و انتقال آن را تا مخزن سپتیک تانک عهده دار است بر اساس فاضلاب‌روهای متداول طراحی می‌شوند بنابراین لازم است که به مسأله حداقل سرعت و شیب در این فاضلاب‌روها دقت شود. در صورتی که بتوان به حل این مسأله فائق شد و از طرفی بتوان موقعیت سپتیک تانک را طوری انتخاب

نمود که چند خانه را با هم سرویس دهد می‌توان فاضلاب چند خانه را جمع آوری و به مخزن سپتیک تانک انتقال داد(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۲-۹-۴- نگرانی ها در مورد سپتیک تانک

۱- در مرحله اول و بزرگترین نگرانی در مورد سپتیک تانک شکستن دیواره تقسیم کننده سپتیک تانک است که در این صورت بدلیل تداخل نشست توده چربی‌های سنگین شده به سمت پایین مخزن فاضلاب و گازهای متصاعد شده از فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی که در حال صعود به سمت بالا هستند باعث بهم ریختن مکانیزم عملکرد سیستم سپتیک خواهند شد.

۲- عدم تخلیه بموقع بدلیل عدم کنترل دوره‌ای دستگاه و انباره فاضلاب و پر شدن سپتیک تانک که این موضوع باعث می‌شود پساب درون فاضلاب به سمت درین آشپزخانه‌ها و حمام و سایر مکان‌هایی که آب خاکستری به سپتیک منتقل می‌شود، برگردد و صحنه بسیار زشتی را در سرویس‌های بهداشتی به تصویر بکشد.

۳- گرفتگی ونت هدایت گاز متان که باعث انفجار شدید سپتیک تانک و متلاشی شدن سیستم تصفیه فاضلاب می‌گردد.

۴- کار گذاشتن سپتیک تانک اطراف ریشه درختان باعث می‌شود بهنگام رشد درختانی که قوی هستند و ریشه بزرگی دارند به بدنه سپتیک تانک ضربه بزند و حتی تا مرز مچاله کردن سپتیک تانک پیش برود.

۲-۹-۵- طراحی سپتیک تانک

- قسمت ورودی فاضلاب به درون سپتیک تانک: شامل لوله و بافل (میانگیر) ورودی است که بصورت سیفون عمل می‌کند .
- قسمت مخزن اولیه: ۶۰ تا ۷۰ درصد حجم کل سپتیک تانک توسط این قسمت اشغال می‌شود.

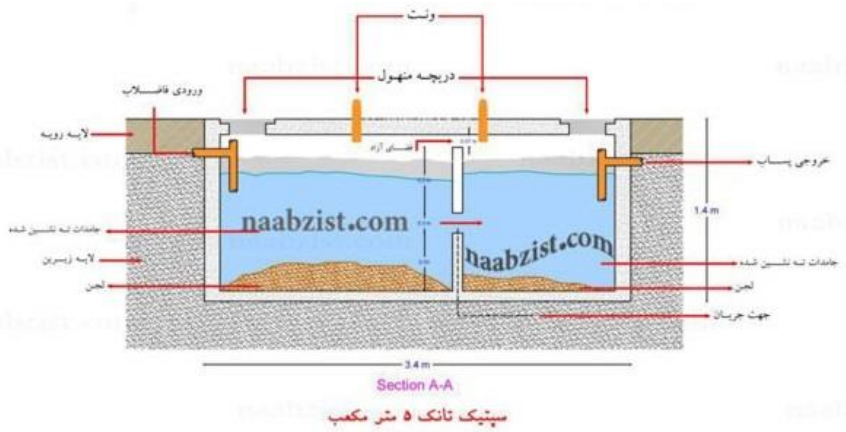
- قسمت مخزن ثانویه[1]: این مخزن تقریبا ۳۰ درصد حجم کل سپتیک تانک را اشغال کرده که در آن فاضلاب بدون مواد قابل ته نشینی و شناوری جمع می‌شود .

- قسمت جدا کننده[2]: وظیفه این قسمت در سپتیک تانک این است که باعث جلوگیری از ورود لجن و چربی و روغن‌های شناورشده به مخزن تصفیه‌سازی می‌شود .

- لوله های ورودی و خروجی[3]: از طریق این مجرا گازهای تولید شده ناشی از فرآیندهای بی‌هوازی تصفیه فاضلاب از سپتیک تانک خارج می‌گردد .

- خروجی ونت هوا[4]: ونت بالای سپتیک تانک که اصولا بصورت لوله خمیده نصب می‌گردد و یا اگر بصورت صاف نیز نصب گردد دارای توری در قسمت گلویی آن خواهد بود. این لوله در حقیقت باعث هدایت گازهای هیدروسولفور و متان به بالاترین نقطه ساختمان می‌گردد و همچون ونت سرویس‌های بهداشتی از انتشار بوی بد ناشی از فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی به فضای اطراف جلوگیری می‌کند .

- سیستم خروجی فاضلاب: شامل بافل و لوله خروجی سپتیک تانک می‌باشد. بافل موجود در خروجی سپتیک تانک از خروج چربی‌ها به درون چاه جذبی فاضلاب جلوگیری می‌نماید. تصویر زیر توضیحات فوق را به شکل کلی نشان می‌دهد(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).



شکل۳-۱: نمای کلی طراحی سپتیک تانک

1Secondary Cases
2 SpacersPart
3 Input groove
4 vent output

منبع: شرکت ناب زیست

۲-۱۰-روش های ارزیابی طرح های اقتصادی

در زمینه روش‌های مورد استفاده در ارزیابی طرح‌های سرمایه گذاری با توجه به تقسیم بندی‌های گوناگونی که وجود دارد روش‌های متنوعی در کشورهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس یکی از این تقسیم بندی‌ها، روش‌های ارزیابی طرح‌ها به دو گروه عمده یعنی روش‌های استفاده کننده از مفهوم ارزش زمانی پول و عیارهای بدون توجه به مفهوم نـرخ تنزیل طبقه‌بندی می‌شوند. در مبحث ارزیابی طرح‌ها، روش‌ها و معیارهای گروه اول به روش‌های ایستا و در مقابل، روش‌های گروه دوم به روش‌های پویا معروفند. در زمینه چگونگی استفاده از روش‌های ایستا و پویا در ارزیابی طرح-های سرمایه‌گذاری لازم به توضیح است که با وجود اینکه در سال‌های قبل از دهه ۱۹۶۰ در کشورهای مختلف عمدتا از روش‌های ایستا در ارزیابی طرح‌ها استفاده شده بود ولی به تدریج به روش‌های جدید توجه بیشتری معطوف گردید، بطوری که در سال‌های اخیر تمرکز اصلی کشورها و از جمله کشورهای در حال توسعه کـه ارزیابی طرح‌ها در برخی از این کشورها موضوع نسبتا جدیدی نیز می‌باشد، بر روی روش‌های استفاده کننده از مفهوم ارزش زمانی پول قرار گرفته است. در ادامه به معرفی اجمالی روش‌های اصلی و رایج در این زمینه پرداخته می شود(شادمانی، ۱۳۸۶).

۲-۱۰-۱- روش‌های ایستا در ارزیابی طرح‌های سرمایه گذاری

روش‌های ساده‌ای که در آن‌ها از معیارهای غیرتنزیلی استفاده می‌شود به روش‌های ایستا معروفند. مهمترین خصوصیت این شاخص‌ها و معیارها این است که در محاسبه آن‌ها به عامل زمان توجهی نمی‌شود. مهمترین معیارهای غیرتنزیلی بکار برده شده در این روش‌ها شامل موارد زیر هستند:

۱-نرخ بازده ساده سرمایه گذاری:

نرخ بازده سرمایه گذاری عبارتست از نسبت سود خالص طرح (در یک سال عادی سرمایه گذاری) به سرمایه گذاری اولیه که مقدار آن از رابطه ۱ بدست می آید:

$$R = P/I \qquad (۱)$$

که در آن R نرخ بازده ساده سرمایه گذاری، P سود خالص طرح در یکسال عادی و I میـزان سرمایه-گذاری انجام شده می‌باشد. این نرخ با نرخ سود رایج و موجود در بازار مقایسه می‌شود. اگـر نرخ رایج در بازار کم تر از R باشد، طرح مطلوب تلقی میگردد. از بین طرح‌های مختلف، طرحی مورد قبول واقع می‌شود که دارای نرخ بازده ساده بیشتری باشد. ضعف اساسی روش نرخ بازده ساده سرمایه‌گذاری آن است که تحقق زمانی جریان نقدی طرح و یا به سخن دیگر، ارزش زمانی پول در آن نادیده گرفته می شود و در نتیجه، با کاربرد این روش نمی‌توان امتیاز حاصل از دریافت نقدی فوری‌تر بر دریافت نقدی دورتر را ارزیابی و منعکس کرد. بنابراین، روش مورد بحث، نمی‌تواند به عنوان یک ضابطه معتبر برای تعیین سودآوری مالی و مقایسه طرح‌ها از این دیدگاه، مورد استفاده قرار گیرد(شادمانی، ۱۳۸۶).

۲- روش دوره برگشت سرمایه:

مدت زمانی که سود خالص حاصل از اجرای یک روش در دوره برگشت سرمایه طرح، کل هزینه سرمایه‌گذاری را جبران می‌کند، مورد محاسبه واقع می‌شود. بنابراین، دوره برگشت برابر با تعداد سال-هایی است که طی آن، کل سود به دست آمده با مقدار سرمایه گذاری برابر می‌شود، در این زمینه، رابطهٔ ۲ به شرح زیر می‌باشد:

$$I = \sum_{t=0}^{p} FT \qquad (۲)$$

که در آن I، کل هزینه سرمایه‌گذاری، P، دوره برگشت سرمایه، F، سود خـالص سالانه طرح و t، سال مورد نظر می‌باشد. براساس این روش، در صورتی طرح برای اجرا پذیرفته می شود که P برابر یا کوچکتر از مدت دوره برگشت قابل قبول از نظر تصمیم گیرنده یا سرمایه گذار است. معمـولا این P تحـت شرایط مختلف تغییر می‌یابد. در این روش برای رتبه‌بندی و گزینش از میان سرمایه‌گـذاری-های متفاوت، دوره برگشت کوتاه‌تر ملاک عمل قرار می‌گیرد. باید توجه داشت که نمی‌توان سودآوری مالی را براساس روش دوره برگشت سرمایه گذاری تعیین کرد، زیرا این ضابطه به سودآوری ارتباط ندارد و صرفا بیانگر مدت برگشت سرمایه گذاری است و در حقیقت، ضابطه‌ها برای در نظر گرفتن

مشکل نقدینگی است. در این روش سود حاصل از عملیات، تـا آنجایی مورد توجه قرار می‌گیرد که مبلغ سرمایه‌گذاری اولیه جبران شود و پس از آن هیچ توجهی به سود احتمالی سال‌های بعد معطوف نمی‌شود. افزون بر آن، در این ضابطه چگونگی توزیع سود در طول زمان، و یا به سخن دیگر، ارزش زمانی پول مورد توجه قرار نمی‌گیرد(شادمانی، ۱۳۸۶).

۲-۱۰-۲- روش‌های پویا در ارزیابی طرح‌های سرمایه گذاری

روش پویا روشی است که در آن از ضوابط و شاخص‌های تنزیلی استفاده می‌شود و در آن عامل زمان و طول عمر طرح در نظر گرفته می‌شود. از جمله معیارهای متداول تنزیلی که برای ارزیابی طرح‌های اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌توان از ارزش حال خالص[۱](NPV)، نرخ بازده داخلی[۲](IRR)، نسبت فایده به هزینه[۳](BCR) و نسبت فایده خالص به سرمایه[۴](NBIR) نام برد(شادمانی، ۱۳۸۶). با توجه به اینکه در این پژوهش از روش‌های پویا در ارزیابی اقتصادی استفاده شده است، به معرفی این روش‌ها به طور کامل در فصل سوم پرداخته می‌شود.

۲-۱۱- پیشینه مطالعات

۲-۱۱-۱- مطالعات خارجی

کاتوکیزا و همکاران[۵] در سال ۲۰۱۴ یک سیستم تصفیه برای یک محله‌ی فقیرنشین پرجمعیت طراحی کردند و مسئله‌ی بهینه‌سازی آب را در آن بررسی کردند. پن و همکاران[۶] در سال ۲۰۱۳ تاثیرات شهری آب خاکستری را در یک سیستم فلش‌توالت[۷] که وابسته به فاضلاب اداره شهرداری بود بررسی کردند. ویلسون و همکاران[۸] یک ایده جدید که وابسته به محیط‌زیست و سلامتی انسان‌ها بود

1 Net present value
2 Internal rate of return
3 Benefit cost ratio
4 Net benefit in vestment ratio
5 Katukiza et al
6 Penn et al
7 Flashtoilet
8 Wilson A et al

در سال ۲۰۰۶ ارائه کردند. لی و همکاران[1] منابع و مواد معدنی که مربوط به آب‌های خاکستری می-شوند را در سال ۲۰۰۸ مورد بررسی قرار دادند. کورت‌نی و تگلبرگ[2]، ۲۰۱۰، در مقاله‌ای سیستم‌های مقیاس کوچک برای استفاده مجدد از آب خاکستری و محدود در اواگادوگو را بررسی کردند. وان‌جیرو و جیا[3]، ۲۰۱۷، در مقاله‌ای با عنوان مدیریت بهینه انرژی آب در ساختمان‌های مسکونی شهری از طریق بازیافت آب خاکستری، کنترل بهینه مدل حلقه بسته (MPC) را معرفی کردند که هدف از آن تضمین عملکرد ایمن و قابل‌اعتماد سیستم بازیافت آب خاکستری در سطح ساختمان است. هر دو کنترل‌کننده‌ها توانایی خود را در عملکرد موثر سیستم منجر به صرفه‌جویی در مصرف آب و صرفه‌جویی در هزینه انرژی نشان دادند. پینتو و ماهشواری[4]، ۲۰۱۵، در مقاله‌ای با عنوان استفاده مجدد از آبهای خاکستری پایدار برای آبیاری منظره مسکونی، میزان تکامل استفاده مجدد آب، تعریف آب خاکستری، شیوه‌های استفاده مجدد آب خاکستری، حجم و جریان در وضعیت‌های مختلف و ویژگی‌های آب خاکستری را مورد بررسی قرار دادند. سپس نحوه استفاده از آب خاکستری برای آبیاری اطراف خانه‌ها و تاثیر آب بر کیفیت خاک و رشد گیاه را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که هزینه‌های درمانی، خطرات بهداشتی و تاثیر آن بر کیفیت خاک برخی از چالش‌هایی هستند که باید در آینده برای استفاده مجدد گسترده و پایدار از آب خاکستری برای آبیاری اطراف خانه‌ها مورد توجه قرار گیرند. زیتا و همکاران، ۲۰۱۵، در مقاله‌ای با عنوان "تجزیه و تحلیل هزینه و فایده از بازیافت آب‌های مناطق مسکونی: یک مطالعه موردی در شهر لس آنجلس"، نتیجه گرفتند که بازیافت آب خاکستری به ترتیب در مجتمع‌های یک خانواده‌ای و چند خانواده‌ای ، تقاضای آب قابل شرب را ۲۷ و ۳۸ درصد کاهش می دهد. سیپولا و همکاران[5]، ۲۰۱۸، در مقاله‌ای با عنوان "مدیریت غیر متمرکز آب: برداشت آب باران، استفاده مجدد از آب خاکستری و پشت بام های سبز"، اندازه بهینه

---

1 Li et al
2 Orianna Courtney Eklund and Linda Tegelberg
3 EvanWanjiru, XiaohuaXia
4 Pinto, Maheshwari
5 Cipolla et al

مخازن ذخیره‌ساز آب و کاهش سرریز فاضلاب را محاسبه کردند. آردن و ژی‌ما[1]، ۲۰۱۸، در مقاله‌ای با عنوان تالاب‌های ساخته شده برای بازیافت و استفاده مجدد از آبهای خاکستری، به ارزیابی کیفیت پساب منتشر شده از تالاب و عملکرد مورد انتظار از فرآیندهای ضد عفونی پرداختند. مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد که در شرایط مناسب این دو فرآیند واحد با هم می‌توانند پساب با کیفیت کافی برای پوشش کلیه استانداردهای استفاده مجدد تولید کنند. رن و همکاران[2]، ۲۰۱۹، فناوری‌های تصفیه آب خاکستری و استفاده مجدد از آب احیای شده برای شستشوی توالت را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از آب خاکستری برای سیفون توالت‌ها امکان پذیر است. هگر و همکاران[3]، ۲۰۱۹، در دانشگاه مینه سوتا به بررسی استفاده مجدد از فاضلاب در ایستگاه های کامیون‌های این شهر برای شستن این کامیون‌ها پرداختند و به این نتیجه رسیدند که این روش به دلیل هزینه نصب پایین همچنین هزینه‌های نگهداری سالیانه پایین به صرفه است. لیم و کانگ[4]، ۲۰۱۹، در مقاله‌ای به تجزیه و تحلیل اقتصادی استفاده مجدد از آب‌های مصرفی برای آبیاری زمین‌های گلف شهر یونگین سی[5] پرداختند. و به این نتیجه رسیدند که اگر آب بازیابی شده در این زمینه مورد استفاده قرار بگیرد مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بسیار زیادی خواهد داشت.

۲-۱۱-۲- مطالعات داخلی

میری و همکاران، ۱۳۹۶، در یک مطالعه‌ی موردی مقدار ظرفیت آب خاکستری در یک خانواده‌ی چهار نفره مطابق با الگوی مصرف ایرانی برای ۷ روز و امکان‌سنجی استفاده از این سیستم را بررسی کردند. رحیم‌پور و همکاران، ۱۳۹۶، در یک مقاله با عنوان ارزیابی اقتصادی کاربرد پساب حاصل از آب خاکستری در شهرستان مرودشت، صرفه اقتصادی استفاده از پساب آب خاکستری را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در یک خانواده ۵ نفره می‌توان ۷۷۴۰۵۴ تومان در هزینه‌های مصرف آب

1 Arden, X Ma
2 Ren et al
3 Heger et al
4 Lim, kang
5 Yongin-si

صرفه جویی کرد. سلیمانیان و همکاران، ۱۳۹۶، در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی فنی و اقتصادی استفاده از آب خاکستری در ایران و جهان، مفید بودن از نظر زیست محیطی و به صرفه بودن از نظر اقتصادی را نتیجه گرفتند. ایزدی و میرشاهی، ۱۳۹۶، در پژوهشی با عنوان امکان‌سنجی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی به عنوان یکی از منابع آب تجدیدشونده، حفاظت کمی و کیفی منابع آب و کاهش آلودگی محیط زیست را نتیجه گرفتند. میری و همکاران، ۱۳۹۷، مصرف آب آب‌سردکن‌های دانشگاه تربت حیدریه را اندازه گیری کردند، آن‌ها بر این اساس مخازنی جهت ذخیره آب‌های هدررفتی از آب‌سردکن‌های دانشگاه طراحی کردند در این مقاله آن‌ها سایر مصارف را در نظر نگرفتند. زمانی و همکاران، ۱۳۹۷، در پژوهشی با موضوع بررسی ابعاد تکنولوژیکی استفاده از آب خاکستری، به مقایسه انواع روش‌های تصفیه آب خاکستری پرداختند. تابش و بیگی، ۱۳۹۵، در مقاله‌ای با عنوان "بررسی نقش قیمت آب در توجیه اقتصادی طرح های کاهش آب بدون درآمد"، با استفاده از اطلاعات مربوط به یک پایلوت آب بدون درآمد در منطقه ۴ آب و فاضلاب تهران، صرفه اقتصادی انجام راه‌کارهای پیشنهادی در دو حالت ارزش اقتصادی آب برای تعیین منافع حاصل و در چهار سناریو با نرخ تنزیل های مختلف را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان دهنده سودآوری مناسب اجرای راهکارهای آب بدون درآمد با در نظر گرفتن قیمت تمام شده آب برای تعیین سود پروژه حتی در نرخ‌های تنزیل غیر واقعی و توجیه طلبانه اقتصادی در بودجه های عمومی است. خاکساری و همکاران، ۱۳۹۷، در پژوهشی با موضوع تصفیه آب خاکستری و کاربرد آن در مورد پکیج تصفیه آب خاکستری دانشگاه اصفهان، به این نتیجه رسیدند که با تامین استاندارد لازم در خصوص پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی، این پساب جهت استفاده در آبیاری فضای سبز آن دانشگاه می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد. دهقان‌چناری و صارمی‌نایینی، ۱۳۹۷، در مقاله‌ای با عنوان تصفیه آب‌های نامتعارف و استفاده از آن در مدیریت بحران آب در مناطق خشک، به بررسی مختصر آب‌های نامتعارف و تشریح روش‌های تصفیه آن و همچنین پیشنهاد راهکارهایی جهت برون رفت از بحران آبی در کشور پرداختند. روحانی‌فرحمند و تیزقدم‌غازانی، ۱۳۹۴، در پژوهشی با موضوع بررسی فنی و

اقتصادی هزینه‌های استفاده از آب خاکستری در ساختمان های بلند مرتبه ایران، با هدف کمک به استفاده مجدد از آب خاکستری در ساختمان های بلند مرتبه توسط طرح‌های انگیزشی و فرهنگ-سازی برای تشویق سازندگان جهت اجرای این ایده در پروژه های خود انجام دادند و به تاثیر سپتیک تانک دو مخزنه در کاهش پارامترهایی نظیر نیتریت، فسفر و ... پرداختند، آن‌ها به این نتیجه رسیدند که این طرح توجیه اقتصادی دارد. شهرویی و همکاران، ۱۳۹۵، در مقاله‌ای با عنوان سپتیک‌تانک، مزایا و چالش‌های پیش رو در تصفیه‌ی فاضلاب، کاربرد، مزیت‌ها و چالش‌های استفاده از سپتیک تانک را بررسی کردند. جمال‌فرد و لدنی‌نژاد، ۱۳۹۷، در مقاله‌ای با عنوان مدیریت مصرف آب با بازگردانی آب خاکستری به چرخه مصرف، به این نتیجه رسیدند که برای کاهش مصرف آب، کاهش هزینه‌های افراد، داشتن محیط زیست بهتر و به نوعی مبارزه با بحران آب، آب‌های خاکستری باید بازیافت شوند. طالبی و تمجیدی، ۱۳۹۶، در پژوهشی با عنوان مروری بر ویژگی‌های آب خاکستری در جهان و تاکید بر ضرورت بازیابی آن، با هدف تشریح آب خاکستری و تاکید بر ضرورت بازیابی آن در جهان، بر استفاده مجدد از آب خاکستری بعنوان جایگزینی بالقوه برای کاربردهایی از جمله آبیاری باغات و همچنین عامل کاهش بار بر سیستم های تصفیه فاضلاب تاکید کردند. موحد، ۱۳۹۶، در مقاله‌ای با موضوع آب خاکستری، طرح‌ها و روش‌ها و استفاده بهینه از آب در راستای توسعه‌ی اقتصاد مقاومتی، به بررسی روی ۱۰ خانوار با فرهنگ‌های متفاوت، میزان پساب تولیدی در هر بخش را مشخص کردند. بررسی‌ها و محاسبات انجام شده توسط آن‌ها نشان می‌دهد که با کم شدن هر یک دقیقه از زمان باز بودن دوش می‌توان در هر روز چهل هزار متر مکعب آب صرفه جویی کرد. رزاقی-بورخانی، ۱۳۸۸، در مطالعه‌ای با عنوان بازچرخانی پساب‌ها ضرورتی برای حفاظت محیط زیست و دستیابی به توسعه‌ی پایدار، بازچرخانی پساب‌ها را مناسب برای شرایط کم آبی کشور و حفظ محیط زیست نتیجه گرفت. ایزدی‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۸، در مقاله‌ای با عنوان اهمیت بهینه سازی استفاده از فاضلاب خانگی در مصارف کشاورزی به منظور کاهش آلودگی منابع آبی و خاکی، بررسی نقش فاضلاب ها در ایجاد آلودگی های زیست محیطی و تخریب منابع طبیعی، چالش های ناشی از استفاده

از پساب در ایران را بررسی و راهکارهایی جهت مقابله با مشکلات موجود و کنترل آلودگی محیط زیست ارائه کردند.

۲-۱۲- خلاصه مطالعات

ردیف	نام پژوهشگر	سال	موضوع پژوهش	نمونه آماری و نتایج
۱	سیپولا و همکاران	۲۰۱۸	مدیریت غیر متمرکز آب: برداشت آب باران، استفاده مجدد از آب خاکستری و پشت بام های سبز	محاسبه اندازه بهینه مخازن ذخیره‌ساز آب و کاهش سرریز فاضلاب
۲	آردن و ژی‌ما	۲۰۱۸	تالاب‌های ساخته شده برای بازیافت و استفاده مجدد از آب‌های خاکستری	تولید پساب با کیفیت کافی برای پوشش کلیه استانداردهای استفاده مجدد
۳	رن و همکاران	۲۰۱۹	بررسی فناوری‌های تصفیه آب خاکستری و استفاده مجدد از آب احیای شده برای شستشوی توالت	استفاده از آب خاکستری برای سیفون توالت‌ها امکان پذیر است
۴	هگر و همکاران	۲۰۱۹	بررسی استفاده مجدد از فاضلاب در ایستگاه‌های کامیون‌های شهر مینه سوتا	به دلیل هزینه نصب پایین همچنین هزینه‌های نگهداری سالیانه پایین به صرفه است
۵	لیم و کانگ	۲۰۱۹	تجزیه و تحلیل اقتصادی استفاده مجدد از آب‌های مصرفی برای آبیاری زمین‌های گلف یونیگ‌سی	مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بسیار زیادی خواهد داشت

۶	رحیم‌پور و همکاران	۱۳۹۶	ارزیابی اقتصادی کاربرد پساب حاصل از آب خاکستری در شهرستان مرودشت	استفاده از پساب آب خاکستری صرفه اقتصادی دارد
۷	سلیمانیان و همکاران	۱۳۹۶	ارزیابی فنی و اقتصادی استفاده از آب خاکستری در ایران و جهان	مفید از نظر زیست محیطی و به صرفه از نظر اقتصادی
۸	ایزدی و میرشاهی	۱۳۹۶	امکان‌سنجی استفاده از پساب‌ها و آب‌های برگشتی به عنوان یکی از منابع آب تجدیدشونده	حفاظت کمی و کیفی منابع آب و کاهش آلودگی محیط زیست
۹	طالبی و تمجیدی	۱۳۹۶	مروری بر ویژگی‌های آب خاکستری در جهان و تاکید بر ضرورت بازیابی آن	استفاده مجدد از آب خاکستری بعنوان جایگزینی برای آبیاری باغ
۱۰	جمال‌فرد و لدنی‌نژاد	۱۳۹۷	مدیریت مصرف آب با بازگردانی آب خاکستری به چرخه مصرف	برای کاهش مصرف آب، داشتن محیط زیست بهتر و به نوعی مبارزه با بحران آب، آب‌های خاکستری باید بازیافت شوند
۱۱	خاکساری و همکاران	۱۳۹۷	تصفیه آب خاکستری و کاربرد آن در مورد پکیج تصفیه آب خاکستری دانشگاه اصفهان	این پساب جهت استفاده در آبیاری فضای سبز آن دانشگاه می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد

۲-۱۳- خلاصه فصل

در این فصل ابتدا به بیان مقدمه‌ای در خصوص اهمیت استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و خاکستری پرداخته شده است. سپس در ادبیات اقتصادی مفاهیم ارزش و اهمیت اقتصادی آب مورد بررسی قرار گرفته و به مقایسه‌ی شاخص‌های بهروری آب و سرانه مصرف آب و ... بین ایران و سایر کشورهای خاورمیانه پرداخته شده است. در ادامه به تعریف آب خاکستری و مزایای استفاده از آن اشاره شده است. سپس مخزن ذخیره و تصفیه کننده آب را به طور مختصر توضیح داده و انواع آن را معرفی کرده‌ایم. همچنین به بررسی تجربی سایر کشورها پرداخته شد. و درانتها پاره‌ای از مقالات و گزارشات مرتبط و نتایج فعالیت‌های پژوهشی در جهان و ایران مورد توجه قرار گرفته است.

فصل سوم: روش شناسی تحقیق

۳-۱-مقدمه

در این پژوهش با توجه به نوع داده‌ها یعنی تعداد حضور و میزان مصرف دانشجویان از موارد مختلف استفاده از آب در دانشکده‌ها و خوابگاه، از روش میدانی و آزمایشگاهی استفاده شده است. متغیرهای اصلی در این پژوهش میزان مصرف آب دانشگاه و میزان هدررفت آب یا به عبارت دیگر میزان آب قابل تصفیه و بازگردانی به چرخه مصرف یعنی آب خاکستری است. با محاسبه‌ی میزان مصرف و هدررفت آب هر دانشکده و خوابگاه برادران، می‌توان با استفاده از روش‌هایی که در ادامه فصل به توضیح آن پرداخته می‌شود، آب‌های هدررفتی را تصفیه و بازگردانی کرد که با این کار و با انجام تجزیه و تحلیل-های اقتصادی و محاسبه‌ی میزان هزینه مورد نیاز انجام طرح، صرفه اقتصادی استفاده از تکنولوژی تصفیه آب برای دانشگاه صنعتی شاهرود مشخص می‌شود. تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی در این پژوهش بصورت تحلیلی و محاسباتی و به کمک نرم افزار اکسل[1] انجام می‌شود. در ادامه فصل به اختصار روش جمع آوری داده و تکنولوژی مورد استفاده و همچنین روش‌های مورد استفاده در تجزیه و تحلیل اقتصادی توضیح داده می‌شود.

۳-۲- روش تحقیق میدانی

در همه تحقیقات اجتماعی از روش های علمی استفاده می‌شود، اما فنون ویژه‌ای که برای گردآوری و تحلیل داده‌ها وجوددارد، در تحقیقات مختلف متفاوت است. یکی از روش‌های تحقیق، روش آزمایشی است که به سه شیوه آزمایشگاهی، میدانی و طبیعی درتحقیقات مورد استفاده قرار می‌گیرد. دانشمندان اجتماعی به دلیل تصنعی بودن و غیرعملی بودن آزمایش آزمایشگاهی طرح‌های آزمایش در محیط‌های واقعی ایجاد کرده‌اند در آزمایش میدانی، محقق گروه آزمایش وکنترل را با انتساب تصادفی افراد تشکیل می‌دهد. مداخله آزمایش در(میدان)، محیط زندگی واقعی به منزله آزمایشگاه صورت می‌گیرد. این رویکرد به ویژه در میان محققانی رواج یافته است که به ارزیابی سیاست‌های

---

[1] Excel

اجتماعی و برنامه‌های آزمایشی می‌پردازند(گلشن، ۱۳۹۲). در این پژوهش میزان مصرف آب با انجام آزمایش و به صورت عملی به طور متوسط برای هر شخص بدست می‌آید. با ضرب متوسط مصرف هر شخص در تعداد حضور اشخاص برای مصرف آب در هر بخش، میزان مصرف هر بخش بدست می‌آید. همچنین با انجام آزمایش، میزان و درصد هدررفت آب هر بخش بدست می‌آید.

۳-۲-۱- تفاوت روش میدانی با سایر روش‌های پژوهشی

آزمایش با سایر روش‌های پژوهشی، بر اساس اینکه مشاهده در شرایط طبیعی صورت گرفته یا در شرایطی که به منظور اجرای عملیاتی بر روی یک عامل و بررسی نتایج آن ایجاد شده است، تفاوت دارد. در مقایسه با روش زمینه‌یابی در آزمایش مراحلی تهیه و تنظیم می‌شود که از طریق آن وقوع عاملی که عملکرد آن مورد پژوهش است میسر می‌شود و تاثیر سایر عوامل کنترل می‌شود. بدینوسیله رابطه بین پدیده‌ها شناسایی می‌شود. از محاسن روش آزمایش این است که هم اقتصادی است و هم دقیق. آزمایش به پژوهشگر این امکان را می‌دهد که منتظر وقوع تصادفی عامل مورد آزمایش تحت شرایط معین و کنترل نشده نباشد، بلکه خود زمان اجرای متغیر یا عامل مورد آزمایش را در شرایط معین و کنترل شده تعیین می‌کند. چون شرایط اجرای آزمایش متغیر است ، بنابراین پژوهشگر می-تواند با توجه به هدف پژوهش در متغیر مستقل دستکاری به عمل آورد و تاثیر آن را بر متغیر وابسته ارزشیابی کند. این عوامل باعث می‌شود که پژوهشگر پاسخ دقیق سوال مورد پژوهش را دریابد. در حالی که تمام علوم بر مشاهده متکی هستند. آزمایش به پژوهشگر کمک می‌کند تا در شرایط کنترل شده دقت مشاهده خود را افزایش دهد(گلشن، ۱۳۹۲).

۳-۲-۲- مراحل روش میدانی

۱- انتخاب مسئله

۲-مطالعه منابع مربوط به موضوع مورد آزمایش

۳-صورت‌بندی کردن فرضیه

۴-تعاریف عملیاتی

۵-تعریف و تعیین جامعه

۶-انتخاب نمونه

۷-تهیه و تنظیم طرح آزمایشی

۸-اجرای آزمایش‌ها

۹-اندازه‌گیری متغیرها

۱۰-تجزیه و تحلیل داده‌های جمع آوری شده

۱۱- استخراج نتایج

۱۲-گزارش نتایج.

۳-۲-۳- مزایای روش میدانی

اولین و برجسته ترین مزیت روش آزمایشی قوام روابط علّی استنباط شده است. قوام استنباطی ناشی از درجه کنترل اعمال شده است. کنترل مهمترین ویژگی روش علمی است و روش آزمایشی امکان اعمال بیشترین درجه کنترل را به آزمایشگر می‌دهد. در آزمایش، شخص در جستجوی پاسخی خاص به پرسشی ویژه است. به منظور یافتن پاسخ‌های روشن، کنترل متغیرهای نامربوط، با حذف یا ثابت نگهداشتن اثرات آنها، ضروری تلقی می‌شود. با انجام آزمایش در آزمایشگاه اعمال چنین کنترلی قابل حصول است. مزیت دوم روش آزمایشی توانایی دستکاری یک یا چند متغیر انتخابی آزمایشگر است. در صورتی که پژوهشگر علاقمند به مطالعه اثرات ازدحام روی رفتار معینی باشد، می‌تواند با تغییرات بسیار دقیق و نظام‌مند در تعداد افراد حاضر در مقدار فضایی ثابت، ازدحام را دست‌کاری کند. همچنین اگر پژوهشگر به اثرات جنسیت شرکت‌کننده و درجه ازدحام روی رفتارهای بعدی علاقمند باشد، باید شرکت‌کنندگان زن و مرد را درشرایط ازدحام و غیرازدحام قراردهد. بدین ترتیب آزمایشگر قادر به دستکاری دقیق دو متغیراست. جنسیت شرکت‌کننده و درجه ازدحام روش آزمایشی، فرد را قادر به کنترل دقیق متغیرهای مورد دستکاری از طریق تعیین دقیق موقعیت‌های آزمایش می‌کند. بنابراین نتایج را می‌توان به روشنی تفسیرکرد، زیرا شرکت‌کنندگان در آزمایش در وهله نخست به

متغیرهای ارائه شده توسط آزمایشگر پاسخ می‌گویند. سومین مزیت روش آزمایشی، عمل‌گرایانه بودن کامل آن است. این روش نتایجی بلندمدت ارائه می‌دهد، مطالعات جدیدی پیشنهاد می‌کند و شاید از همه مهمتر راه‌حل‌های عملی‌تری برای مسئله عرضه می‌دارد(گلشن، ۱۳۹۲). از دیگر مزایای این روش می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

۱-نزدیک بودن به شرایط واقعی و جهان بینی صحیح

۲-این روش بهترین و کارآمد ترین راه برای کشف اطلاعات مورد نیاز است.

۳-در این روش پژوهشگر اطمینان دارد که تحقیقات او به روز است.

۴-در این روش بسته به خود پژوهشگر و نوع موضوع انتخابی ، میتواند اطلاعات محرمانه باشد.

۵-امکان استخراج فرضیه ها و انجام آزمایش ها وجود دارد(آذرگان، ۱۳۹۷).

۳-۲-۴- معایب استفاده از روش تحقیق میدانی

۱-قطعی نبودن رسیدن به روابط علت و معلولی بین پدیده ها.

۲-بدلیل این که شرایط تحقیق حکم میکند تا خود محقق در جامعه حضور یابد ، ممکن است این حضور ، در روند زندگی جامعه تغییر و اختلال ایجاد کند.

۳-مطالعه حتی در نمونه بسیار کوچک میتواند بسیار هزینه بر و وقت گیر باشد.

۴-.محدود بودن تحقیق.در واقع نمیتوان تحقیق را بیش از آنچه مطالعه شده تعمیم داد.

۵-تکرار تحقیق سخت است ، مگر آنکه کلیات تحقیق کاملا آشکار باشد(آذرگان، ۱۳۹۷).

۳-۳- استفاده از مخازن ذخیره ساز و تصفیه کننده آب

۳-۳-۱- طریقه‌ی کارکرد سپتیک تانک

مخزن سپتیک تانک در واقع یک مخزن ته نشینی کوچک می‌باشد که به دلیل زمان ماند طولانی، فاضلاب در آن تحت اثر باکتری‌های غیرهوازی به حالت معلق درمی‌آید. سرپوشیده نمودن آن به منظور جلوگیری از مزاحمت بوی نامطبوع می‌باشد. نظر به اهمیتی که مخزن سپتیک در کاهش آلودگی و مواد آلی فاضلاب دارد، اغلب به عنوان یک راه حل موقت دفع فاضلاب بکار می‌رود. در این

روش کلیه فاضلاب منزل بوسیله فاضلاب‌رو ساختمان وارد مخزن می‌گردد. فعل و انفعالاتی که در مخزن سپتیک تانک صورت می‌گیرد عبارتست از پالایش ابتدایی فاضلاب که همان ته‌نشینی است، حتماً موادی که در مخزن ته‌نشین و یا رونشین می‌شوند مراحلی از تصفیه را می‌گذرانند. مخزن به نحوی طرح می‌شود که فاضلاب ورودی به آن تقریبا بین یک تا سه روز باقی می‌ماند در مدت مذکور مواد معلق تا حدی سنگین فاضلاب به صورت لجن در کف مخزن ته نشین شده و بیشتر مواد معلق سبک و از جمله روغن و چربی به تدریج به شکل کف غلیظی در سطح مایع شناور می‌گردد. وقتی که مقدار فاضلاب وارد مخزن می‌شود به اندازه حجم آن پساب از لوله خروجی دفع می‌شود. لجن ته نشین شده در کف مخزن در اثر فعالیت باکتری‌های غیرهوازی تجزیه گردیده ایجاد گاز می‌نماید. نتیجه فعل و انفعالات مزبور، کاهش قابل ملاحظه حجم لجن می‌باشد و به همین دلیل معمولاً تخلیه لجن مخزن هر ۲ تا ۴ سال یکبار بر حسب زمان ماند اولیه ضرورت می یابد(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴). در پساب مخزنی که صحیح طرح و اجرا شده است مواد معلق و تیرگی کمی وجود خواهد داشت معذالک هنوز کاملا صاف نیست و بوی مخصوص فاضلاب می‌دهد. بعلاوه پساب مزبور احتمالا از نظر بهداشت به علت در برداشتن باکتری‌های بیماری زا، کیست و تخم‌کرم‌هایی که کاملا از بین نرفته‌اند مخاطره‌انگیز می‌باشد. همزمان و متناوب با تجزیه لجن در مخزن گاز تولید می‌شود که به صورت حباب‌های ریز به سوی سطح مایع صعود می‌نماید. گازهای مزبور در حین برخورد به فاضلاب وارده مولکول‌های آن را با موجودات ریز که عامل اصلی عملیات تجزیه‌اند جذب می‌کنند. ذرات مزبور در سطح مایع تجمع یافته و به تدریج آن را سنگین و ضخیم می‌کند تا آنجه که کف مذکور در اثر افزایش وزن اندکی زیر سطح مایع قرار می‌گیرد. گسترش لایه های شناور گاهی به میزانی است که سطح زیرین آن حتی تا درون فاضلاب‌روی اصلی نیز ادامه می‌یابد. پیدایش این وضع معمولاً همزمان با افزایش لجن در کف مخزن است و نتیجتا گذرگاه فاضلاب در داخل مخزن آنقدر کوچک می‌شود که فرصت کافی برای ته‌نشین شدن مواد معلق فاضلاب تازه تخلیه شده باقی نمی‌ماند و در نتیجه در پساب مخزن مقدار قابل توجهی مواد شناور مشاهده خواهد شد. اشکال مزبور را می‌توان با تخلیه و

تنظیف منظم مخزن مرتفع کرد. از طرف دیگر صعود حباب‌های گاز در درون مایع مخزن تا حدودی سیر طبیعی ته‌نشینی مواد جامد را مختل می‌کند. راه حل این مشکل ساختمان یک مخزن دو انباره است. به این ترتیب که مواد معلق سبک که از انباره اول خارج می‌شوند با شرایط مساعدتری در محیط آرام انباره دوم ته‌نشین می‌شوند. این کار به خصوص در مواقعی که حجم لجن ته‌نشین شده زیاد و تجزیه بی‌هوازی سریعا در حال گسترش است، بسیار موثر می‌باشد. لجن انباره دوم معمولا یکنواخت‌تر و کف متشکله در آن کمتر از انباره اول است. مواد معلق، پساب چنین دستگاهی نیز کمتر از دستگاه یک مخزنه است. در حقیقت و با توجه به تعاریف فوق سپتیک تانک حوض ته نشینی ساده ایست که در آن فاضلاب با سرعتی کم و بطور مداوم در جریان است لذا مواد معلق ته نشین شده بصورت لجن در کف انباره با کمک باکتری‌های بی‌هوازی هضم می‌شود، و در نتیجه تبدیل به مواد آبکی و گازی شکل می‌گردد و از حوض خارج می‌شود لذا از مقدار لجنی که باید تخلیه شود کاسته می‌شود بطوریکه تخلیه لجن حداکثر یک بار درسال و در نهایت ۵ سال یکبار نیاز به خالی کردن پیدا می‌کند. نکته مهمی که باید حتما رعایت شود این است که در تمام مدت مقدار فاضلابی که از سپتیک تانک خارج می‌شود برابر با مقدار فاضلابی باشد که وارد سپتیک تانک می‌شود. مخزن سپتیک تانک برای مناطقی که جنس زمین غیر قابل نفوذ باشد و نتوان از چاه‌های جاذب سود جست و برای منازل و مؤسساتی که در نواحی روستایی و یا دور از دسترس شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب قرار دارند، می‌تواند یک روش قابل قبول تصفیه فاضلاب باشد(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۲- نحوه حمل سپتیک تانک

انواع مختلف سپتیک تانک به لحاظ جنس بدنه سپتیک تانک همانطور که در بالا به آن اشاره شد عبارتند از: سپتیک تانک پلی اتیلنی، سپتیک تانک بتنی و سپتیک تانک فایبر گلاس یا کامپوزیت. سپتیک تانک با جنس بدنه بتن حتی در حجم سه مترمکعب دارای وزنی معادل ۴,۵ تن می‌باشد لذا جابجایی سپتیک تانک بتنی هم بهنگام بارگیری و هم بهنگام باراندازی حتما نیاز به جرثقیل دارد. در مقابل سپتیک تانک ۵۰ مترمکعب با جنس بدنه پلی اتیلن دوجداره معادل ۳ تن وزن است. همین

محدودیت باعث شده است سپتیک تانک بتنی حداکثر تا ۱۲ مترمکعب بصورت آماده و پیش ساخته تولید گردد ولی سپتیک تانک با جنس بدنه پلی اتیلن تا ۱۰۰ مترمکعب که دارای ۶ تن وزن است می تواند بصورت سپتیک تانک آماده در اختیار کارفرما قرار گیرد. در سپتیک تانک فایبرگلاس که اصولا بمنظور تصفیه فاضلاب در مکان‌هایی که امکان استفاده از سپتیک تانک پیش‌ساخته تولید شده در کارخانه وجود ندارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد، هزینه بارگیری ، حمل و باراندازی در کمترین حالت می‌باشد. بطور مثال وزن یک دستگاه سپتیک تانک با پنل های پیش ساخته فایبرگلاس با حجم ۴۰۰ مترمکعب نهایتا معادل ۵ تن خواهد بود. حمل و نقل سپتیک تانک می‌تواند با ماشین های جرثقیل دار نیز انجام شود (شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۳- محاسبات سپتیک تانک

برای محاسبه حجم سپتیک تانک اطلاع از مقدار فاضلاب جمع آوری شده در شبانه روز در ساختمان ضروری است. حجم سپتیک تانک بر حسب مقدار فاضلاب تخلیه شده در آن متفاوت و به شرح زیر است: ۱- اگر حجم فاضلاب جمع آوری شده در شبانه روز تا ۲ متر مکعب باشد، حجم تانک ۳ متر مکعب منظور می‌شود. ۲- اگر حجم فاضلاب ۲ تا ۶ متر مکعب باشد، حجم تانک ۱/۵ برابر حجم فاضلاب محاسبه می گردد. ۳- اگر حجم فاضلاب ۶ تا ۶۰ متر مکعب باشد حداقل حجم تانک مطابق رابطه ۱ بدست می آید. لازم به ذکر است که به دلیل هزینه‌های بالای تولید برای شرکت‌های تولیدکننده سپتیک تانک حداقل حجم تولیدی سپتیک در بازار ۵ مترمکعب است(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴):

$$V=4500+0.78Q \qquad (1)$$

Q = مقدار فاضلاب جمع آوری شده در شبانه روز

V= حداقل حجم سپتیک تانک(لیتر یا مترمکعب)

۳-۳-۴- مکان یابی سپتیک تانک

هنگام انجام مکان یابی محل نصب سپتیک تانک باید دقت شود دستگاه دور از مسیر نهرها و آبگیرها باشد، در سطحی هموار ساخته شود، سپتیک تانک در جهت مخالف وزش بادهای غالب ساخته شود. طول انباره سپتیک تانک را باید ۲ تا ۴ برابر عرض آن انتخاب نمود. عمق موثر برای انباره سپتیک باید ۱/۲ متر باشد، عمق موثر انباره سپتیک تانک، عبارتست از فاصله آزاد فاضلاب تا کف تانک. فاصله سطح فاضلاب تا سقف سپتیک حداقل باید ۳۰ تا ۴۰ سانتی متر باشد(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۵- طرز ساخت فضای داخل سپتیک تانک

جریان فاضلاب بین مخازن توسط لوله های با قطر ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر برقرار می گردد، ممکن است این امر بوسیله سوراخ‌هایی که در دیواره جداکننده به فاصله ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر از سطح آزاد فاضلاب تعبیه می‌شوند انجام گیرد تا مواد شناور از انباره فاضلاب سرریز نشود. فاصله مرکز تا مرکز لوله‌ها و یا سوراخ‌ها ۳۰ سانتی‌متر در نظر می‌گیرند. به منظور خروج گازهای ایجاد شده از تجزیه فاضلاب در فضای سپتیک تانک، از لوله‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر استفاده می‌شود. برای جلوگیری از ایجاد مزاحمت توسط بو ارتفاع لوله تهویه را حداقل ۱/۵ متر بالاتر از ارتفاع بالاترین ساختمان در نظر می-گیرند. همچنین برای جلوگیری از ورود و یا افتادن جانوران و پرندگان به لوله تهویه دو کار صورت می‌گیرد: یا در انتهای آن توری نصب می‌کنند و یا با نصب زانوی ۹۰ درجه امتداد دهانه خروجی لوله تهویه را به طرف زمین برمی‌گردانند. برای بازدید، تمیزکاری و تعمیرکردن تانک، دریچه آدم رو تعبیه می‌شود. به منظور جلوگیری از حرکت اغتشاشی فاضلاب ورودی که ممکن است موجب خروج کف ناشی از عمل تجزیه فاضلاب گردد از مانع استفاده می‌کنند. این مانع ممکن است با نصب سه راهی و تغییر جهت دادن لوله ورودی داخل تانک از حالت افقی به عمودی عملی گردد. معمولاً انتهای لوله ورودی را حدود ۳۰ سانتی متر و انتهای لوله خروجی فاضلاب را ۴۵ سانتی متر پایین تر از سطح آزاد فاضلاب نصب می‌کنند. با نصب دیواره در داخل فضای سپتیک تانک حجم آن را به دو قسمت تقسیم

می کنند، بطوریکه حجم فضای مربوط به ورود فاضلاب دو برابر حجم فضای قسمت خروجی باشد(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۶- استانداردهای سپتیک تانک

با استفاده از استاندارد ساخت سال ۱۹۸۵ مقدار حداقل ظرفیت سپتیک تانک ۲۷۰۰ لیتر در نظر گرفته می‌شود. استاندارد آلمان (DIN4261) حجم لازم در سپتیک تانک برای هر نفر ۳۰۰ لیتر و حداقل حجم تانک را ۳ متر مکعب پیشنهاد کرده است. حداقل حجم سپتیک تانک در اتریش و سوئیس ۵ متر مکعب می گیرند. استاندارد انگلستان حجم تانک برای توقف یک شبانه روز میانگین فاضلاب در حالت بدون بارندگی بعلاوه ۱/۸ متر مکعب فضا برای جمع شدن لجن پیشنهاد می‌کند. همچنین حداقل حجم را ۳,۵ متر مکعب پیش بینی کرده‌اند. استاندارد هندوستان حجم مفید سپتیک تانک را حداقل ۲/۳ مترمکعب و بر مبنای ۱۱۲ تا ۲۵۲ لیتر برای هر نفر در نظر می‌گیرد و حجم لجن بدست آمده از تانک را ۲۱٪ لیتر برای هر نفر در شبانه روز پیش بینی می‌کند(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۷- دستورالعمل تخلیه سپتیک تانک

سیستم سپتیک خود بسیار ساده است اما فعالیتی بزرگ انجام می‌دهد. سادگی سیستم سپتیک باعث استفاده فراوان آن شده است. در هر صورت به هنگام استفاده از سپتیک تانک باید موارد نگهداری و تخلیه مخزن سپتیک لحاظ شود. سپتیک تانک بطور متوسط هر دو سال یک بار می‌باست تمیزکاری و تخلیه شود. تخلیه گندانبار باید بوسیله پمپ سپتیک و یا ماشین تخلیه فاضلاب انجام شود. تشخیص زمان تخلیه سپتیک کاری ساده است و از بوی برگشتی از لوله‌های فاضلابی می‌توان به این نتیجه رسید که زمان تخلیه سپتیک چه زمانی است. در هر صورت بعد از تشخیص زمان تخلیه گند انبار با تماس با ماشین تخلیه چاه سپتیک براحتی می‌توان از شر جامدات درون سپتیک راحت شد. دریچه‌های تعبیه شده روی سطح سپتیک تانک اجازه دسترسی به درون دستگاه را می‌دهد. اینکه از کدام یک از دریچه های بازدید سپتیک تانک برای تخلیه چاه استفاده شود بستگی به یک مخزن یا دو

مخزنه بودن سپتیک تانک دارد. ولی در هر حال باید تمامی دریچه‌های سپتیک تانک را باز نموده و با انداختن شیلنگ ماشین تخلیه نسبت به تخلیه دستگاه سپتیک اقدام شود(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۸- مشخصات فنی سپتیک تانک در حجم‌های مختلف

۳-۳-۸-۱-سپتیک تانک ۵ مترمکعب

بصورت افقی با قطر ۱,۴ متر در داخل و قطر بیرونی ۱,۵۴ متر و طول ۳,۵ متر تولید می‌شود. یک ونت ۶۳ میلیمتر و دو عدد دریچه بازدید ۶۰ سانتی متر در بالای سپتیک تانک تعبیه شده است. در زیر سپتیک تانک با ظرفیت ۵ مترمکعب چهار عدد پایه بمنظور جلوگیری از چرخیدن سپتیک تانک تعبیه شده است که با جوش اکستروژن این پایه به بدنه جوش داده شده است. سمت راست سپتیک تانک یک عدد عدسی به قطر ۱,۴ متر جوش خورده است و یک عدد لوله ورودی مجهز به سیفون و فلنج به آن متصل گردیده است. در سمت چپ سپتیک تانک نیز یک عدد عدسی به قطر ۱,۴ متر و یک عدد خروجی ۴ اینچ بهمراه سیفون جلوگیری از خروج چربی به درون چاه جذبی و فلنچ ۴ اینچ ۶ بار مشاهده می گردد. درون سپتیک تانک ۵ مترمکعب یک دیوار در فاصله ۲,۲ متری از عدسی ورودی سپتیک تانک و ۱,۳ متری از عدسی خروجی سپتیک تانک با ارتفاع ۱,۳۳ متر جوش خورده است که در مرکز این دیوار یک سوراخ به قطر ۳۰۰ میلیمتر تعبیه شده است. ونت دستگاه سپتیک تانک ۵ مترمکعب نیز با جوش اکستروژن به بدنه سپتیک تانک متصل شده است. طول لوله ورودی و خروجی سپتیک تانک در کناره های عدسی حداکثر ۱۵ سانتیمتر است(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۸-۲-سپتیک تانک ۱۰ مترمکعب

سپتیک تانک ۱۰ مترمکعب دارای مشخصات فنی زیر می‌باشد: قطر سپتیک تانک ۱,۶ متر البته قطر بیرونی این دستگاه ۱,۷۵ متر می‌باشد. طول سپتیک تانک ۵ متر در دیواره و ۵۰ سانتیمتر در ورودی و خروجی‌ها جمعا ۵,۵ متر است. یک دیواره میانه به ارتفاع ۱,۵۳ متر و دو دریچه بازدید به قطر ۶۰۰ میلیمتر، ۴ پایه در قسمت زیرین سپتیک تانک هر یک به قطر ۲۵۰ میلیمتر، یک ورودی با قطر ۱۱۰

میلیمتر و یک خروجی به همین اندازه بهمراه فلنج‌های اتصال به لوله‌های انتظار در طرفین سپتیک تانک، ونت انتقال گاز متان به بیرون از سپتیک تانک به قطر ۶۳ میلیمتر و ارتفاع اصولا ۲۵ سانتیمتر بالای دستگاه سپتیک، دو عدسی هر یک به قطر ۱,۶ متر در ابتدای و انتهای سپتیک تانک وجود دارد. محل نصب دیوار در طول ۳,۳ متری از ابتدای مخزن با قطر ۱,۶ و از بالا بریده شده با ارتفاع ۱,۵۳ متر است. این دیواره میانی درون سپتیک تانک ۱۰ مترمکعبی از وسط دارای یک سوراخ به قطر ۳۰ سانتیمتر می‌باشد . فلسفه وجود این سوراخ درون دیوار سپتیک تانک انتقال آب زلال وسط مخزن قسمت اول سپتیک تانک به قسمت دوم دستگاه می‌باشد(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۸-۳-سپتیک تانک ۱۵ مترمکعب

سپتیک تانک پلی اتیلن ۱۵ متر مکعب که به قطر ۲ متر و طول ۵ متر دارای ۲ دریچه بازدید به قطر ۰,۶ متر و چهارپایه، دارای یک لوله ورودی ۴ اینچ در عدسی اول و یک لوله خروجی ۴ اینچ در عدسی دوم، یک ونت عصایی به قطر ۷۷ میلیمتر بهمراه یک دیوار به ارتفاع ۱,۹۳ متر در فاصله ۳,۳ متری از عدسی اول، برای خاکبرداری سپتیک تانک با این مشخصات فنی باید مقدار ۷ متر در طول و ۲,۵ متر در عرض به ارتفاع ۲,۵ متر اقدام نمود(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۸-۴-سپتیک تانک ۲۰ مترمکعب

سپتیک تانک پلی اتیلن ۲۰ مترمکعب به قطر ۲ متر و طول ۶,۳۷ متر دارای ورودی ۱۱۰ میلیمتر در عدسی اول و عصایی برای خروج بوی بد به خارج از ساختمان در بالای سپتیک تانک و یک خروجی ۱۱۰ میلیمتر و عصایی برای خروج چربی به چاه جذبی در عدسی دوم، دارای دو دریچه بازدید به قطر ۶۰ سانتیمتر، چهارپایه، یک ونت ۳ اینچ بهمراه یک دیوایدر به ارتفاع ۱,۹۳ متر درون سپتیک تانک در فاصله ۴,۲ متری از عدسی ورودی جهت انباشته شدن فاضلاب در قسمت اول سپتیک تانک و تصفیه تا حد حذف جامدات در قسمت ثانویه سپتیک تانک است(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۸-۵-سپتیک تانک ۲۵ مترمکعب

سپتیک تانک پلی اتیلن ۲۵ متر مکعب دارای قطر ۲,۵ متر و طول ۵,۱ متر دارای یک ونت ۶۳ میلیمتر و دو عدد دریچه بازدید به قطر ۶۰۰ میلیمتر در بالای سپتیک تانک. چهار پایه در زیر سپتیک تانک، دارای یک ورودی ۴ اینچ بر روی عدسی سمت راست سپتیک تانک به قطر ۲,۵ متر که یک سیفون و فلنج به آن وصل شده است. یک خروجی ۴ اینچ بر روی عدسی سمت چپ سپتیک تانک به قطر ۲,۵ متر یک سیفون برای جلوگیری از خروج چربی به چاه جذبی می باشد. و همچنین درون سپتیک تانک یک دیوار به ارتفاع ۲,۴۳ در فاصله ۳,۳۶ متری از عدسی ورودی سپتیک تانک و ۱,۷۴ از عدسی خروجی سپتیک تانک جوش خورده است. ارتفاع دریچه‌های بازدید سپتیک تانک ۲۵ مترمکعب ناب زیست بصورت پیش‌فرض ۲۰ ساینتمتر در نظر گرفته می شود(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۸-۶-سپتیک تانک ۳۰ مترمکعب

سپتیک تانک پلی اتیلن ۳۰ متر مکعب به صورت افقی دارای قطر ۲,۵ متر و به طول ۶,۲ متر دارای دو دریچه بازدید به قطر ۶۰ سانتیمتر و یک دیواره میانه به ارتفاع ۲,۴۳ متر، یک ورودی با قطر ۱۲۵ میلیمتر در عدسی اول و یک خروجی با قطر ۱۲۵ میلیمتر در عدسی دوم می‌باشد. دیوایدر به ارتفاع ۲,۴۳ که در فاصله ۴,۰۹ متری از عدسی اول که همان عدسی لوله ورودی سپتیک تانک می‌باشد که در داخل سپتیک تانک تعبیه شده است. سوراخ تعبیه شده درون دیوار به قطر ۳۰۰ میلیمتر در نقطه میانی بافل قرار گرفته است تا موجبات انتقال پساب زلال شده به قسمت دوم سپتیک تانک که حجمی معادل ۳۳ درصد کل سپتیک تانک را در برمی‌گیرد را فراهم می کند(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۸-۷-سپتیک تانک ۳۵ مترمکعب

سپتیک تانک پلی اتیلن ۳۵ متر مکعب که در کارخانه تولید می‌شود به قطر ۲,۵ متر و طول ۷,۱ متر می‌باشد، در پایین سپتیک تانک برای حفظ تعادل و جلوگیری از چرخیدن سپتیک تانک، چهار پایه با جوش اکستروژن به بدنه سپتیک تانک جوش داده شده است. یک ونت ۶۳ میلیمتر و دو عدد دریچه

بازدید به قطر ۶۰ سانتی‌متر در بالای سپتیک تانک تعبیه شده است. دیوار به ارتفاع ۲,۴۳ در فاصله ۴,۶۸ متری از عدسی ورودی سپتیک تانک و ۲,۴۸ از عدسی خروجی سپتیک تانک وجود دارد. یک لوله ورودی ۵ اینچ بر روی عدسی سمت راست سپتیک تانک و یک لوله خروجی ۵ اینچ بر روی عدسی سمت چپ سپتیک تانک تعبیه شده است. سپتیک تانک ۳۵ مترمکعب دارای ضخامت بدنه از ۶ سانتیمتر تا ۱۲ سانتی متر می‌باشد. قطر لوله خروجی از سپتیک تانک می‌بایست دارای سایزی مساوی و یا بیشتر از قطر لوله ورودی باشد(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۸-۸-سپتیک تانک ۴۰ مترمکعب

مشخصات فنی سپتیک تانک پلی اتیلن ۴۰ متر مکعب ناب زیست به قطر ۲,۵ متر و طول ۸.۲ متر بصورت افقی می باشد و یک ورودی ۱۲۵ میلیمتر و یک خروجی ۱۲۵ میلیمتر در عدسی های هر دو سمت سپتیک تانک وجود دارد. در کف سپتیک تانک چهار عدد پایه تعبیه شده است. دو دریچه بازدید به قطر ۶۰۰ میلیمتر در بالای سپتیک تانک به کار رفته است , و همچنین یک ونت به قطر ۶,۳ میلیمتر برای خروج گاز متان در سپتیک تانک تعبیه شده است یک دیوایدر به ارتفاع ۲,۴۳ در فاصله ۵,۴۱ از عدسی اول (ورودی) سپتیک تانک و در فاصله ۲,۷۹ از عدسی دوم (خروجی) سپتیک تانک جوش خورده است . ضخامت بدنه سپتیک تانک ۴۰ مترمکعب تولید شده با لوله اسپیرال یا کاروگیت از ۶ سانتی متر آغاز و تا ۱۳ سانتی متر ادامه دارد. تعداد ۴ پایه به قطر ۴۰۰ میلیمتر زیر سپتیک تانک باعث ایجاد تعادل بهنگام حمل و نقل در سپتیک تانک می شود.

۳-۳-۸-۹-سپتیک تانک ۴۵ مترمکعب

سپتیک تانک پلی اتیلن ۴۵ متر مکعب به قطر ۲,۵ متر و طول ۹,۲ متر تولید می‌شود. یک ونت با قطر ۶۳ میلیمتر و دو عدد دریچه بازدید به قطر ۶۰ سانتی‌متر در قسمت بالای سپتیک تانک پلی-اتیلن ۴۵ مترمکعب تعبیه شده است. یک دیوار در میانه به ارتفاع ۲,۴۳ متر در داخل سپتیک تانک وجود دارد که در فاصله ۶,۰۷ متری از عدسی ورودی (اول) و در فاصله ۳,۱۳ متری از عدسی خروجی (دوم) جوش داده شده است. چهار پایه در زیر سپتیک تانک با جوش به بدنه سپتیک تانک نصب شده

است. یک لوله ورودی با قطر ۱۶۰ میلیمتر بر روی عدسی ورودی سپتیک تانک و یک لوله خروجی با قطر ۱۶۰ میلیمتر بر روی عدسی خروجی سپتیک تانک تعبیه شده است. برای نصب سپتیک تانک پلی اتیلن ۴۵ متر مکعب بصورت دفنی شیب کف چاله باید صفر باشد و همچنین در صورت بتن ریزی کف چاله، باید حداقل بتنی به ارتفاع ۱۰ – ۱۵ سانتی متر ریخته شود(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴).

۳-۳-۸-۱۰-سپتیک تانک ۵۰ مترمکعب

تولید سپتیک تانک پلی اتیلن ۵۰ متر مکعب دارای مشخصات فنی زیر می باشد: قطر ۲,۵ متر و طول ۱۰,۲ متر دستگاه سپتیک تانک می‌باشد. دارای دو عدسی با قطر ۲,۵ متر در دو سمت سپتیک تانک می‌باشد که بر روی عدسی سمت راست (ورودی) یک لوله با قطر ۶ اینچ و بر روی عدسی سمت چپ (خروجی) یک لوله با قطر ۶ اینچ تعبیه شده است. سپتیک تانک پلی اتیلن ۵۰ متر مکعب دارای دو دریچه بازدید به قطر ۶۰۰ میلیمتر و یک ونت با قطر ۶,۳ سانتیمتر در قسمت بالای سپتیک تانک نصب شده است. یک دیوار در فاصله ۶,۷۳ متری از عدسی سمت راست(ورودی) و در فاصله ۴۷.۳ متری از عدسی سمت چپ(خروجی) سپتیک تانک با ارتفاع ۲,۴۳ متر جوش داده شده است. و همچنین در موقع دفن سپتیک تانک پلی اتیلن ۵۰ متر مکعب ناب زیست ابعاد محدوده آماده سازی شده زیر سپتیک تانک (چه خاک تراکم شده، چه بتن) از طول و عرض حتما باید حدود ۱ متر بزرگتر از ابعاد خود سپتیک تانک باشد(شرکت ناب زیست، ۱۳۹۴). در فصل ۲ روش‌های ایستا در ارزیابی طرح‌های اقتصادی و سرمایه‌گذاری بیان گردید در ادامه و در این فصل به بررسی روش‌های پویا در ارزیابی طرح‌های سرمایه گذاری می‌پردازیم.

۳-۴- روش ارزش خالص فعلی(NPV)

بنا به تعریف، ارزش خالص فعلی عبارت است از تفاضل ارزش کنونی دریافت‌ها و پرداخت‌های نقدی طرح در آینده. به این منظور باید کلیه جریان‌های نقدی سالانه طرح بر اساس یک نرخ تنزیل از قبل

تعیین شده، به سال صفر (سال آغاز اجرای طرح) تنزیل شود. ایـن شاخص بر اساس رابطه ۲ محاسبه می‌شود:

$$NPV=NCF0+(NCF1.A1)+(NCF2.A2)+…….(NCFn.An) \quad (۲)$$

که در آن NCF، جریان نقدی طرح در سال‌های صفر، ۱ ، ۲ ... و n بوده و at ، ضرایب تنزیل در سال-های ۱ ،۲ ... ،و n ، بر اساس نرخ تنزیل تعیین شده می‌باشد. این ضرایب تنزیل در جداول ارزش کنونی محاسبه و ارائه شده است. محاسبه رابطه بالا را می‌توان به شیوه‌ای کلی‌تر به شرح زیر نشان داد:

$$NPV = \sum_{t=0}^{n}((B-C)_t.a_t) \quad (۳)$$

$$a_t = \frac{1}{(1+r)^t}$$

$$NPV = \sum_{t=0}^{n}\frac{(B-C)_t}{(1+r)^t} \quad (۴)$$

که در رابطه بالا $\sum_{t=0}^{n}$ ، مجموع سال‌های عمر طرح از سال ۰ تا سال n؛ Bt و Ct به ترتیب منافع و هزینه‌های طرح در سال t می‌باشند. منافع و دریافت‌های نقدی زیادتر و تعداد سال‌های بیشتر، موجب افزایش ارزش خالص فعلی گردیده و از سوی دیگر، نرخ تنزیل بالاتر و هزینه‌ها و پرداخت‌های نقدی بیشتر موجب کاهش ارزش خالص کنونی می‌شود. برای نشان دادن رجحان زمانی و هزینه امکانات از دست رفته سرمایه، نرخ تنزیل باید بر اساس برآورد تا جایی که امکان دارد نزدیک به نرخ سود موجود در بازار سرمایه تعیین گردد. بر اساس این ضابطه، یک طرح سرمایه‌گذاری وقتی قابل پذیرش است که ارزش خالص کنونی آن برابر یا بزرگتر از صفر باشد. هنگام مقایسه طرح‌ها، طرح‌های سرمایه‌گذاری بر حسب ارزش خالص کنونی بالاتر رتبه بندی شده و طرح‌هایی به مرحله اجرا در می‌آیند که بیشترین ارزش خالص کنونی را دارا می‌باشند(شادمانی و صالح، ۱۳۸۶).

۳-۵- روش نرخ بازده داخلی (IRR)

با استفاده از جریان فایده خالص یا جریان نقدی تفاضلی برای اندازه‌گیری ارزش یک طرح، این روش به دنبال پیدا کردن نرخ تنزیل خاصی است که ارزش حال جریان فایده خالص تفاضلی یا جریان نقدی تفاضلی را معادل صفر کند. نرخ بازده داخلی نرخی است کـه بازدهی سرمایه‌گذاری در طول مدت عمر طرح بر اساس آن تعیین می‌شود. این نرخ برابر با بیشترین نرخ سودی است که یک طرح می‌تواند برای تامین مقادیر منابع مصرفی خود بپردازد و در ضمن، هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی نیز برگشت داده شده و درست سر به سر شوند. عناوین دیگری در مورد نرخ بازده داخلی تحت عنوان نرخ بازده سرمایه‌گذاری یا نرخ بازدهی سرمایه وجود دارد. زمانی کـه نرخ بازده داخلی در تحلیل مالی بکار می‌رود، نرخ بازده‌ی مالی و زمانی که از آن در تحلیل اقتصادی استفاده می‌شود نرخ بازدهی اقتصادی نامیده می‌شود. در این روش، برعکس روش ارزش خالص کنونی که در آن نرخ تنزیل معین بود، نرخ بازده داخلی از قبل معین نمی‌باشد. بنا به تعریف، نرخ بازده داخلی نرخ تنزیلی است که بر اساس آن ارزش خالص کنونی طرح برابر با صفر می‌شود یعنی:

$$\sum_{t=0}^{n}((B-C)_t.a_t)=0$$

محاسبه نرخ بازده سرمایه‌گذاری با این فرض آغاز می‌شود که ارزش خالص کنونی برابر صفر گردد؛ بنابراین، با آزمون‌های مکرر و استفاده از نرخ‌های متفاوت تنزیل، محاسبه آنقدر ادامه می‌یابد تا بر اساس یک نرخ تنزیل معین، ارزش خالص کنونی طرح برابر با صفر شود. برای تـصمیم گیری لازم است حداقل نرخ بازده سرمایه‌گذاری مورد قبول (Imin) از قبل تعیین شده و سپس نرخ بازده محاسبه شده (IRR) با آن مقایسه گردد. در این صورت اگر IRR مساوی یا بزرگتر از Imin گردد، طرح پیشنهادی پذیرفته می‌شود. نرخ حداقل قابل قبول (Imin) می‌تواند معادل نرخ سود واقعی وام بلندمدت موجود در بازار سرمایه و یا نرخ سودی که بابت وجوه وام گرفته شده پرداخت می‌شود، تعریف گردد. رتبه‌بندی و گزینش از میان طرح‌های مختلف سرمایه‌گذاری بر حسب نرخ بازده داخلی زیادتر(مشروط بر آن که از نرخ حداقل بیشتر باشد) انجام می‌شود. روش نرخ بازده داخلی یک معیار

رایج در ارزشگذاری طرح‌ها می‌باشد و معیاری است کـه در موسسات اقتصادی بین‌المللی نظیر بانک جهانی و نیز برخی مؤسسات اعتباری بین‌المللی دیگر در تحلیل مالی و اقتصادی طرح‌ها بکار می-رود(شادمانی و صالح، ۱۳۸۶).

۳-۶- روش نسبت فایده به هزینه(BCR)

روش دیگر رایج تنزیلی جهت ارزیابی طرح‌ها، نسبت فایده به هزینه است. این نسبت با تقسیم نمودن ارزش حال جریان فایده‌ها بر ارزش حال جریان هزینه ها طبق رابطه ۵ بدست می‌آید:

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t}} \qquad (۵)$$

در مواردی این معیار بصورت نسبت هزینه بر فایده نیز محاسبه می‌شود. مقدار این نسبت به زمان خالص کردن جریان فایده و هزینه بستگی دارد. اگر نسبت فایده به هزینه کوچک‌تر از یک باشد، در آن صورت ارزش حال هزینه ها به ازاء نرخ تنزیل مورد استفاده (که منعکس‌کننده هزینـه از دست رفته سرمایه می‌باشد) بیشتر از ارزش حال فایده‌ها خواهد بود. در این شرایط مخارج اولیه به اضافه سرمایه اولیه برگشت داده نمی‌شود و بازده نسبت به مقیاس نیز کاهنده است. قدر مطلق نسبت فایده به هزینه، بستگی به نرخ تنزیل انتخاب شده دارد. هر قدر این نرخ تنزیل بزرگتر باشد، نسبت فایده به هزینه کوچکتر خواهد بود و اگر این نرخ تنزیل بـه اندازه خاصی بزرگ باشد، نسبت فایده به هزینه به کوچک‌تر از یک تقلیل داده خواهد شد. طرز انتخاب طرح با استفاده از ضابطه نسبت فایده به هزینه در ارزیابی طرح‌ها بر این اساس است که اگر نسبت محاسبه شده برای طرح‌های مستقل برابر یک و یا بزرگتر از آن گردد، آنگاه طرح سرمایه گذاری مورد نظر قابل قبول خواهد بود(شادمانی و صالح، ۱۳۸۶).

۳-۷- نسبت فایده خالص به سرمایه(NBIR)

هنگامی که بودجه سرمایه‌گذاری برای اجرای سریع کلیه طرح‌های پیشنهادی کافی نباشد، تحلیلگران در پی تعیین رتبه طرح‌ها می‌باشند تا طرح‌هایی که اولویت بیشتری دارند زودتر اجرا گردند. در این

شرایط یک معیار مناسب برای رتبه‌بندی طرح‌ها نسبت فایده خالص به سرمایه خواهد بود. این نسبت برابر است با حاصل تقسیم ارزش حال فایده‌های خالص بر ارزش حال سرمایه می‌باشد و طبق رابطه ۶ محاسبه می‌شود

$$NBIR = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{IC_t}{(1+i)^t}} \qquad (۶)$$

معمولا نسبت فایده خالص به سرمایه، کمتر در تحلیل طرح‌ها بکار می‌رود به این دلیل کـه معمولا رتبه‌بندی طرح‌ها بوسیله نرخ بازدهی سرمایه و یا نسبت فایده به هزینه صورت می‌گیرد. طرز انتخاب طرح با استفاده از معیار نسبت فایده خالص به سرمایه به این ترتیب است کـه کلیه طرح‌هایی که دارای نسبت فایده خالص به سرمایه برابر با یک یا بزرگتر از یک (در صورتیکه نرخ تنزیل برابر هزینه فرصت از دست رفته سرمایه باشد) باشند، مورد قبول خواهند بود و سرمایه‌گذاری از طرحی که دارای بزرگترین نسبت فایده خالص به سرمایه است، شروع می‌شود و تا زمانی که سرمایه موجود اجازه می-دهد طرح‌های دیگر را به ترتیب بزرگی نسبت مزبور پذیرفته و اجرا می‌کنند(شادمانی و صالح، ۱۳۸۶).

۳-۸- دوره بازگشت سرمایه

دوره بازگشت سرمایه در علم اقتصاد مهندسی، یکی از روش‌های استاندارد ارزیابی طرح‌های اقتصادی است. در این روش معیار ارزیابی طرح، کوتاهی و بلندی زمان بازگشت سرمایه است. طرح‌های با دوره بازگشت سرمایه کوتاه‌تر جذابیت بیشتری نسبت به طرح‌هایی با دوره بازگشت بلندتر دارند. این روش بخصوص در هنگام مقایسه دو یا چند طرح با یکدیگر کاربرد دارد(ویکی‌پدیا). دوره بازگشت سرمایه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

جریان نقدی هرسال/سرمایه گذاری اولیه =دوره بازگشت سرمایه

۳-۹- نرخ تنزیل

پایه و اساس تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی، درک مفهوم این جمله است که هر رقم پیش بینی شده برای جریانات نقدی در سال‌های بعد، برابر یک سرمایه‌گذاری با نرخ سود سالانه در زمان حال است. بر

اساس آنچه در بحث ارزش فعلی توضیح داده شد، در تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی برای حذف عامل زمان در محاسبات، ارزش جریانات نقدی که در سال‌های آتی کسب می‌شود را با استفاده از ضریب، به ارزش روز تبدیل می‌نمایند. به طور معمول نرخ تنزیل در یک طرح سرمایه گذاری که برای محاسبه ارزش فعلی هزینه‌ها و درآمدهای پیش بینی شده برای سال‌های آتی طرح مورد استفاده قرار می‌گیرد، معادل حداکثر نرخ سود بدون ریسک مانند نرخ سود سپرده بلند مدت بانکی و یا اوراق مشارکت به اضافه چند درصد برای پوشش ریسک سرمایه‌گذاری است. نرخ تنزیل که از آن می‌توان به عنوان یک استاندارد شاخص اقتصادی نام برد تابعی از زمان، مکان و صنعت مورد بررسی است و در شرایط مختلف با در نظر گرفتن همه موارد تأثیرگذار بر آن تعیین می‌شود و در محاسبات مورد استفاده قرار می‌گیرد. انتخاب نرخ تنزیل برای پروژه‌های عمرانی به دلیل تأثیر عوامل مختلف اجتماعی و اقتصادی بسیار پیچیده است. انتخاب نرخ تنزیل در پروژه های عمومی با سه رویکرد ۱) نرخ تنزیل صفر، ۲) نرخ تنزیل ثابت و ۳) نرخ تنزیل کاهنده نسبت به زمان انجام می شود(تابش و همکاران، ۱۳۹۵).

۳-۱۰-صرفه اقتصادی

تعاریف ارائه شده از اثربخشی و کارآیی در نوشته‌های مدیریتی و حسابرسی عملیاتی قرابت و شباهت زیادی به هم دارند. اما در تعریف صرفه اقتصادی این همگونی و اتفاق نظر کمتر مشاهده می‌شود. (رایدر، ۱۳۸۰) صرفه اقتصادی را در کاهش هزینه تهیه منابع می‌داند. از نظر وی مسائلی مانند خرید با پایین‌ترین قیمت، برکناری نیروی کار اضافی، استفاده نکردن از تجهیزات گران و غیرضروری و جلوگیری از ضایعات از مصادیق صرفه اقتصادی است. اما کسلر و کراکت، صرفه اقتصادی را در چارچوب زمانی بلندمدت تعریف می‌کنند و آن را استفاده اثربخش و کارا از منابع با دید سودآوری بلندمدت می‌دانند. این تعریف چندان پذیرفتنی نیست، چرا که هر سازمان بر اساس ایده تداوم حیات باید هر سه جز اثربخشی، کارایی و صرفه اقتصادی را با نگاه به آینده تفسیر و اعمال کند. کمیته حسابرسی عملیاتی سازمان حسابرسی، صرفه اقتصادی را « تلاش در جهت حداقل کردن هزینه کسب و استفاده از منابع با حفظ کیفیت مناسب » تعریف کرده است(صمصامی، ۱۳۹۳).

۳-۱۱-بازده نسبت به مقیاس

بازده نسبت به مقیاس بیانگر رابطه بین مقیاس تولید و کارایی تولید است. این پدیده تعیین کننده آنست که آیا تولید در واحدهای تولیدی بزرگ از نظر اقتصادی مزیتی بر تولید در واحد های کوچک دارد یا خیر؟ از معمول‌ترین روش‌های اندازه‌گیری نوع بازده نسبت به مقیاس، استفاده از توابع هزینه است. بر این اساس در محدوده‌ای که هزینه متوسط نزولی(صعودی) است، بازده صعودی (نزولی) نسبت به مقیاس حاکم است و در قسمت افقی هزینه متوسط، تابع تولید نشان‌دهنده پدیده بازده ثابت نسبت به مقیاس است. علاوه بر تابع هزینه، می‌توان با استفاده از ضریب تابع (کشش کلی تولید) نیز روی نوع بازده نسبت به مقیاس صحبت کرد. بدین ترتیب اگر این ضریب بزرگتر (کوچکتر) از یک باشد بازده صعودی (نزولی) نسبت به مقیاس و اگر این ضریب برابر یک باشد بازده ثابت نسبت به مقیاس وجود دارد(بخشوده، ۱۳۸۴).

۳-۱۲-خلاصه فصل

در این فصل، روش مورد استفاده برای انجام تحقیق توضیح داده شد. همچنین، جامعه و نمونه‌ی آماری، ابزارهای گردآوری اطلاعات و انواع مخازن ذخیره و تصفیه کننده آب و نوع ساخت و کارکرد آن توضیح داده شد. روش‌های ایستا در ارزیابی طرح‌های اقتصادی مورد استفاده در تحقیق از جمله مواردی بودند که در این فصل به آن‌ها اشاره شد. و در ادامه بحث به صرفه اقتصادی پرداخته شده است و بعد از آن به بررسی کلی نرخ تنزیل در طرح‌های اقتصادی پرداخته و سپس بازده نسبت به مقیاس مورد بررسی قرارگرفته است در ادامه و در فصل چهارم، نتایج تجربی حاصل از ارزیابی و تحلیل اقتصادی ارائه خواهد شد.

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل نتایج

۴-۱-مقدمه

در فصل‌های قبل با اهمیت اقتصادی آب و شاخص‌های مرتبط با آن آشنا شدیم و میزان سرانه مصرف آب و میزان آب‌های تجدید شونده کشور را بررسی کردیم و به این نتیجه رسیدیم که اگر این روند ادامه داشته باشد در آینده نه چندان دور شاهد بحران‌های غیر قابل تصور در جامعه و کشور در اثر کم آبی خواهیم بود. در خصوص این نگرانی در کشور ما با مطالعه‌ی منابع مختلف و تجربه‌ی سایر کشورها به این نتیجه رسیدیم که یکی از راه‌های مهم در راستای کاهش مصرف آب کنترل و بازگردانی آب به چرخه مصرف است. در این پژوهش با بررسی میزان مصرف آب دانشگاه صنعتی شاهرود و میزان هزینه‌ی ایجاد شده برای دانشگاه در اثر مصرف و همچنین بررسی هزینه‌های ناشی از استفاده‌ی مخازن ذخیره‌ساز و تصفیه کننده آب برای بازگردانی آب به چرخه مصرف، صرفه اقتصادی انجام این طرح مورد بررسی قرار گرفته است که در ادامه‌ی فصل به طور کامل به آن پرداخته می‌شود.

۴-۲-میزان مصرف آب دانشگاه

جامعه‌ی مورد بررسی در این پژوهش پردیس مرکزی دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. نمونه‌های مورد مطالعه دانشکده‌ها اعم از دانشکده معدن، مهندسی صنایع و مدیریت، تربیت‌بدنی، معماری و فیزیک، علوم زمین، شیمی و خوابگاه برادران دانشگاه می‌باشند. در ادامه به تفکیک مصرف آب هر دانشکده و خوابگاه(با توجه به تعداد دانشجویان هر کدام) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۴-۲-۱-تعداد کل دانشجویان، اساتید و کارکنان دانشگاه

بر اساس اطلاعات آموزش کل دانشگاه، تعداد اساتید، دانشجویان و کارکنان هر دانشکده در جدول ۱ بدست آمده است.

نام دانشکده	ت دانشجویان	ت اساتید	کارکنان
معدن	۵۲۷	۳۹	۸
معماری	۲۱۸	۱۰	۲
مدیریت	۱۲۲۹	۳۹	۲
تربیت بدنی	۲۱۵	۳۳	۳
شیمی	۳۲۷	۱۵	۵
علوم زمین	۲۷۵	۲۰	۳
فیزیک	۳۹۵	۳۲	۵
مجموع	۳۱۸۶	۱۸۸	۲۸

جدول۴-۱: تعداد دانشجویان، اساتید و کارکنان دانشگاه ۱۳۹۷

منبع: دانشگاه صنعتی شاهرود

آب مصرفی در دانشکده شامل آب آشامیدنی و آب مورد استفاده برای انجام عمل وضو توسط دانشجویان، اساتید و کارکنان می‌باشد به طور متوسط در هنگام آشامیدن به ازای هر لیتر آب مصرفی ۰,۳ آب هدر رفته و بلااستفاده می‌ماند و به ازای مصرف ۱ لیتر آب هنگام وضو گرفتن تقریبا همه‌ی آب بلااستفاده مانده و هدر می‌رود این کار با انجام آزمایش‌های تجربی و مکرر با استفاده از یک واحد اندازه‌گیری یک لیتری در موارد مختلف مصرف و هدررفت آب بدست آمده است. با توجه به تعداد حضور دانشجویان و اساتید برای مصرف آب جهت مصارف یاد شده، مصرف و هدررفت کلی هر دانشکده و همچنین هزینه آب مصرفی و هزینه‌ی آب هدررفتی بدست آمده است. این داده‌ها بر اساس آزمایش و به صورت تجربی جمع‌آوری شده‌اند و در مورد هر دانشکده این کار تکرار شده و تاریخ هفته‌های مورد بررسی در مورد هر دانشکده متفاوت است. در ادامه میزان مصرف و هدررفت هر دانشکده مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

۴-۲-۲-مصرف و هدررفت آب دانشکده مدیریت

روز	تعداد کل حضور دانشجویان	تعداد کل حضور اساتید و کارکنان	مقدار مصرف آب آشامیدنی دانشجویان (به ازای هر شخص ۱ لیتر)	مقدار مصرف آب آشامیدنی اساتید و کارکنان(به ازای هر شخص ۱	تعداد حضور دانشجویان جهت انجام وضو	تعداد حضور اساتید و کارکنان جهت انجام وضو	مقدار مصرف آب جهت وضو دانشجویان (به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مقدار مصرف آب جهت وضو اساتید و کارکنان(به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مجموع مصرف دانشکده
شنبه	۲۷۳۳	۹۵	۲۷۳۳	۹۵	۱۳۷۲	۴۱	۳۴۳۰	۱۰۲.۵	۶۳۶۰.۵
یکشنبه	۳۱۶۶	۱۰۶	۳۱۶۶	۱۰۶	۱۵۸۰	۵۵	۳۹۵۰	۱۳۷.۵	۷۳۵۹.۵
دوشنبه	۲۸۸۲	۱۰۱	۲۸۸۲	۱۰۱	۱۴۳۷	۵۱	۳۵۹۲.۵	۱۲۷.۵	۶۷۰۳
سه شنبه	۲۸۱۸	۹۹	۲۸۱۸	۹۹	۱۴۱۶	۴۷	۳۵۴۰	۱۱۷.۵	۶۵۷۴.۵
چهارشنبه	۱۹۱۰	۶۴	۱۹۱۰	۶۴	۹۵۵	۳۲	۲۳۸۷.۵	۸۰	۴۴۴۱.۵
پنج شنبه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمعه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول۴-۲: مصرف آب دانشکده مدیریت بر اساس تعداد حضور دانشجویان، استاتید وکارکنان در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

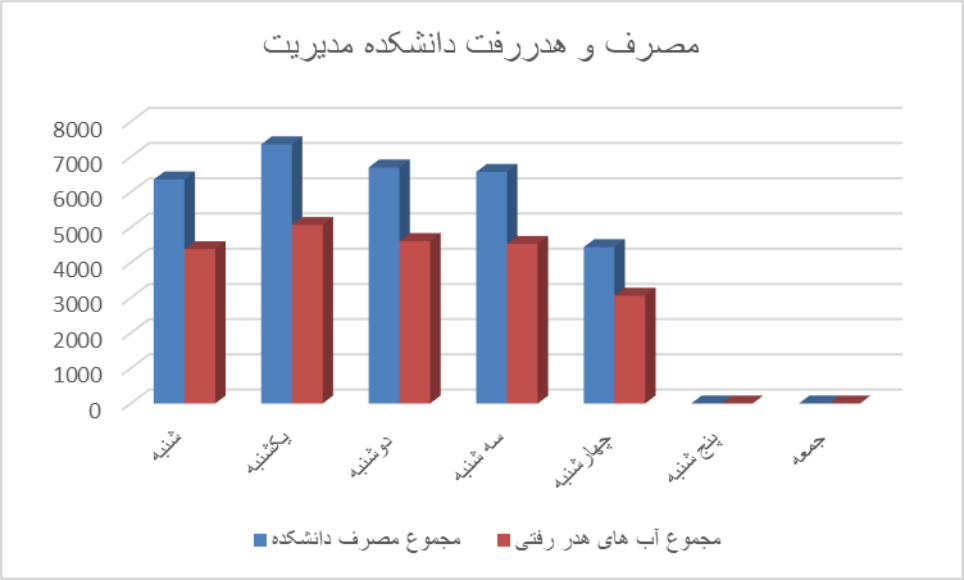
مقدار مصرف آب آشامیدنی برای هر شخص ۱ لیتر و میزان مصرف آب هنگام وضو گرفتن به ازای هر شخص ۲,۵ لیتر با انجام آزمایش و به روش تجربی بدست آمده است. دانشکده مدیریت در بین دانشکده‌های دانشگاه به دلیل حضور دانشجویان چندین گرایش از مصرف آب بالایی برخوردار است و به طور متوسط در هر روز ۴۴۹۱ لیتر آب در این دانشکده مصرف می‌شود. مصرف آب دانشکده مدیریت در هفته، ماه و سال به ترتیب ۳۱۴۳۹، ۱۳۴۷۳۸ و ۱۱۰۹۳۴۷ لیتر است. مصرف ماهانه از ضرب متوسط مصرف در یک روز در ۳۰ بدست آمده و این عدد برای سال از ضرب متوسط مصرف روزانه در تعداد روزهایی که دانشگاه دایر است و جز تقویم آموزشی دانشگاه می‌باشد، یعنی ۲۴۷ روز، بدست آمده است میزان هدررفت آب این دانشگاه در جدول ۳ مشخص شده است.

روز	آب هدررفتی هنگام آشامیدن به ازای هر لیتر آب، ۰.۳ لیتر(ازابتدا تا سیرآب شدن)	آب هدررفتی هنگام وضو گرفتن به ازای هر۱ لیتر آب، ۱لیتر هدررفت	مجموع آب های هدر رفتی
شنبه	۸۴۸.۴	۳۵۳۲.۵	۴۳۸۰.۹
یکشنبه	۹۸۱.۶	۴۰۸۷.۵	۵۰۶۹.۱
دوشنبه	۸۹۴.۹	۳۷۲۰	۴۶۱۴.۹
سه شنبه	۸۷۵.۱	۳۶۵۷.۵	۴۵۳۲.۶
چهارشنبه	۵۹۲.۲	۲۴۶۷.۵	۳۰۵۹.۷
پنج شنبه	۰	۰	۰
جمعه	۰	۰	۰

جدول۴-۳: هدررفت آب دانشکده مدیریت در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

هدررفت آب با انجام آزمایش و به شیوه تجربی در بخش آشامیدن به ازای مصرف ۱ لیتر آب از ابتدا تا سیرآب شدن ۰,۳ لیتر بدست آمده است. میزان هدررفت آب هنگام وضوگرفتن از درصد بالایی برخوردار است و با انجام آزمایش این هدررفت به ازای مصرف ۱ لیتر آب بیش از ۹۸ درصد بدست آمده است و این مقدار برای ایجاد سادگی در محاسبات به ازای مصرف ۱ لیتر آب، ۱ لیترهدررفت در نظر گرفته شده است. این روش برای سایر مصارف آب که مخصوص خوابگاه برادران دانشگاه هست نیز اعمال شده است و میزان هدررفت آب در حمام و شستن دست و صورت و شستن ظروف به ازای مصرف ۱ لیتر آب، ۱ لیتر هدررفت بدست آمده است. به طور متوسط در هر روز ۳۰۹۳ لیتر آب در دانشکده مدیریت هدر می‌رود که این میزان در هفته ۲۱۶۵۷,۲ لیتر و در ماه ۹۲۸۱۶,۵۷ لیتر و در سال ۷۶۴۱۸۹,۸ لیتر است. هدر رفت ماهانه از ضرب متوسط هدررفت در یک روز ضرب در تعداد روزهای یک ماه یعنی ۳۰ روز بدست آمده و این عدد برای سال از ضرب متوسط هدررفت روزانه در تعداد روزهایی که دانشگاه دایر است و جز تقویم آموزشی دانشگاه می‌باشد، یعنی ۲۴۷ روز، بدست آمده است. نمودار ۱ میزان مصرف و هدررفت آب دانشکده مدیریت را نشان می‌دهد.



نمودار۴-۱: مقایسه مصرف و هدررفت آب دانشکده مدیریت

منبع: یافته‌های پژوهش

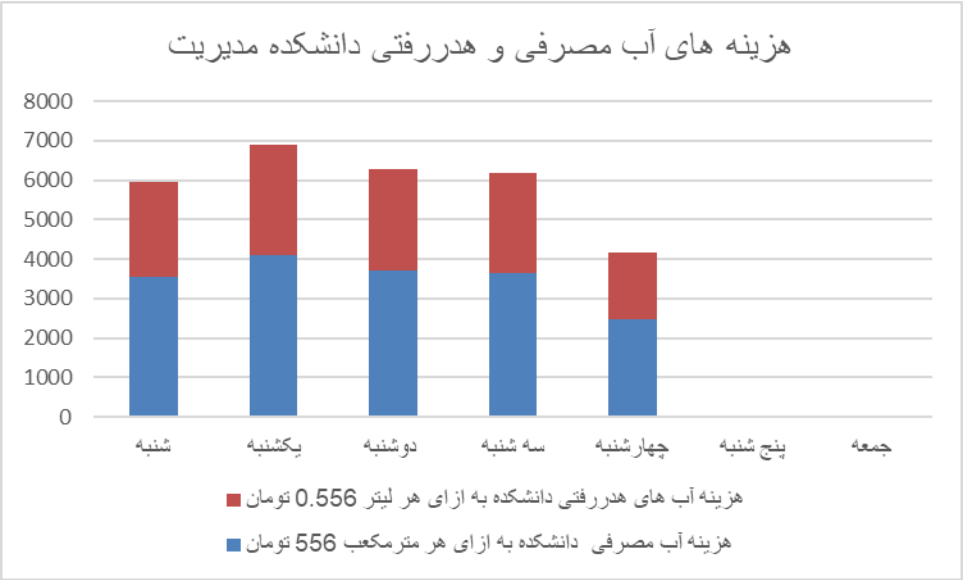
با تقسیم متوسط هدررفت روزانه بر متوسط مصرف روزانه آب هر دانشکده درصد هدررفت آب هر دانشکده به دست آمده است و درصد هدررفت آب دانشکده مدیریت ۶۸درصد است. همچنین با توجه به قیمت آب دانشگاه که توسط سازمان آب شاهرود به ازای هر مترمکعب ۵۵۶ تومان است در جدول ۴ میزان هزینه‌ی آب مصرفی و میزان هزینه‌ی آب هدررفتی بیان شده است.

روز	هزینه آب مصرفی دانشکده به ازای هر مترمکعب ۵۵۶ تومان	هزینه آب های هدررفتی دانشکده به ازای هر لیتر ۰.۵۵۶ تومان
شنبه	۳۵۳۶.۴۳۸	۲۴۳۵.۷۸۰۴
یکشنبه	۴۰۹۱.۸۸۲	۲۸۱۸.۴۱۹۶
دوشنبه	۳۷۲۶.۸۶۸	۲۵۶۵.۸۸۴۴
سه شنبه	۳۶۵۵.۴۲۲	۲۵۲۰.۱۲۵۶
چهارشنبه	۲۴۶۹.۴۷۴	۱۷۰۱.۱۹۳۲
پنج شنبه	۰	۰
جمعه	۰	۰

جدول۴-۴: هزینه آب مصرفی و آب هدررفتی دانشکده مدیریت

منبع: یافته‌های پژوهش

به طور متوسط در هر روز ۲۴۹۷ تومان هزینه آب استفاده شده دانشکده مدیریت است. این رقم درمورد آب‌های هدررفتی به طور متوسط ۱۷۲۰ تومان در روز است. متوسط هزینه آب مصرفی دانشکده مدیریت در هفته، ماه و سال به ترتیب ۱۷۴۸۰، ۷۴۹۱۴ و ۶۱۶۷۹۷ تومان و متوسط هزینه آب هدررفتی این دانشکده به ترتیب ۱۲۰۴۱، ۵۱۶۰۶ و ۴۲۴۸۸۹ تومان است. نمودار۲ این هزینه‌ها را نشان می‌دهد.



نمودار۴-۲: مقایسه هزینه مصرف و هدررفت آب دانشکده مدیریت

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۲-۳-مصرف و هدررفت آب دانشکده معدن

دانشکده معدن شامل رشته‌های معدن، نفت و ژئوفیزیک است. نمودارها و جداول مربوط به مصرف و هدررفت آب این دانشکده و همچنین هزینه مصرف و هدررفت آب این دانشکده در جداول زیر مشخص شده است. جدول ۵ میزان مصرف آب دانشکده معدن را نشان می‌دهد.

روز	تعداد کل حضور دانشجویان	تعداد کل حضور اساتید و کارکنان	مقدار مصرف آب آشامیدنی دانشجویان (به ازای هر شخص ۱ لیتر)	مقدار مصرف آب آشامیدنی اساتید و کارکنان(به ازای هر شخص ۱	تعداد حضور دانشجویان جهت انجام وضو	تعداد حضور اساتید و کارکنان جهت انجام وضو	مقدار مصرف آب جهت وضو دانشجویان (به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مقدار مصرف آب جهت وضو اساتید و کارکنان (به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مجموع مصرف دانشکده
شنبه	۳۹۱	۳۵	۳۹۱	۳۵	۹۸	۱۸	۲۴۵	۴۵	۷۱۶
یکشنبه	۵۰۵	۵۰	۵۰۵	۵۰	۱۲۷	۳۱	۳۱۷.۵	۷۷.۵	۹۵۰
دوشنبه	۳۷۳	۴۵	۳۷۳	۴۵	۹۳	۲۳	۲۳۲.۵	۵۷.۵	۷۰۸
سه شنبه	۴۱۰	۴۸	۴۱۰	۴۸	۱۰۳	۳۰	۲۵۷.۵	۷۵	۷۹۰.۵
چهارشنبه	۱۴۳	۳۸	۱۴۳	۳۸	۳۶	۲۱	۹۰	۵۲.۵	۳۲۳.۵
پنج شنبه	۵۹	۵	۵۹	۵	۱۵	۵	۳۷.۵	۱۲.۵	۱۱۴
جمعه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول۴-۵: مصرف آب دانشکده معدن بر اساس تعداد حضور دانشجویان، استاتید وکارکنان در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

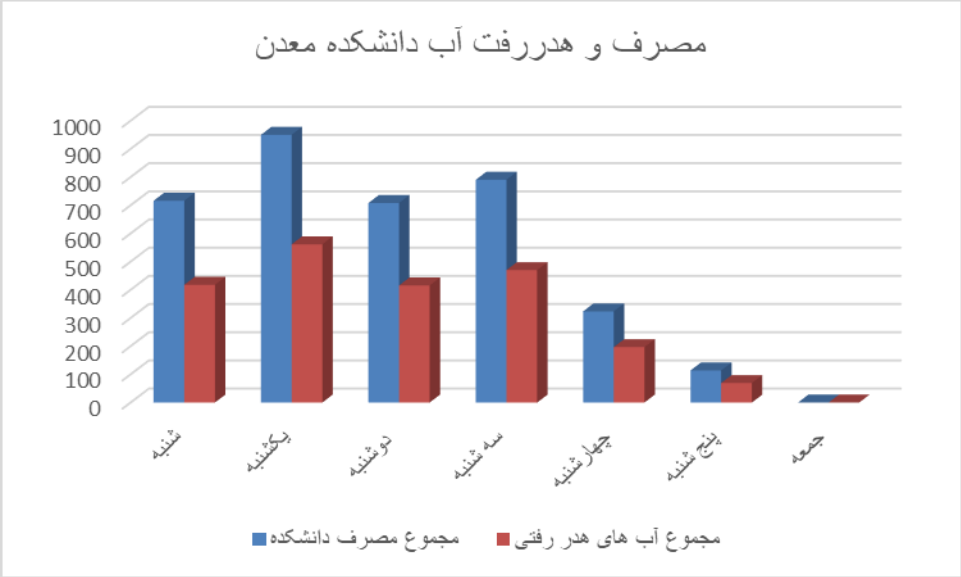
متوسط مصرف روزانه آب دانشکده معدن ۵۱۴,۵ لیتر در روز است. مصرف آب دانشکده معدن در هفته، ماه و سال به ترتیب ۳۶۰۲، ۱۵۴۳۷ و ۱۲۷۰۹۹ لیتر است. جدول ۶ میزان هدررفت آب این دانشکده را نشان می‌دهد.

روز	آب هدررفتی هنگام آشامیدن به ازای هر لیتر آب، ۰.۳ لیتر(ازابتدا تا سیرآب شدن)	آب هدررفتی هنگام وضو گرفتن به ازای هر۱ لیتر آب، ۱لیتر هدررفت	مجموع آب های هدر رفتی
شنبه	۱۲۷.۸	۲۹۰	۴۱۷.۸
یکشنبه	۱۶۶.۵	۳۹۵	۵۶۱.۵
دوشنبه	۱۲۵.۴	۲۹۰	۴۱۵.۴
سه شنبه	۱۳۷.۴	۳۳۲.۵	۴۶۹.۹
چهارشنبه	۵۴.۳	۱۴۲.۵	۱۹۶.۸
پنج شنبه	۱۹.۲	۵۰	۶۹.۲
جمعه	۰	۰	۰

جدول۴-۶: هدررفت آب دانشکده معدن در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هدررفت روزانه آب در دانشکده معدن ۳۰۴,۳۷ لیتر است. درصد هدررفت آب در این دانشکده ۵۹درصد است. همچنین هدررفت آب دانشکده معدن در هفته، ماه و سال به ترتیب ۲۱۳۰,۶، ۹۱۳۱ و ۷۵۱۷۹,۷۴ لیتر است. نمودار ۳ مقایسه میزان هدررفت و مصرف آب این دانشکده است.



نمودار۴-۳: مقایسه مصرف و هدررفت آب دانشکده معدن

منبع: یافته‌های پژوهش

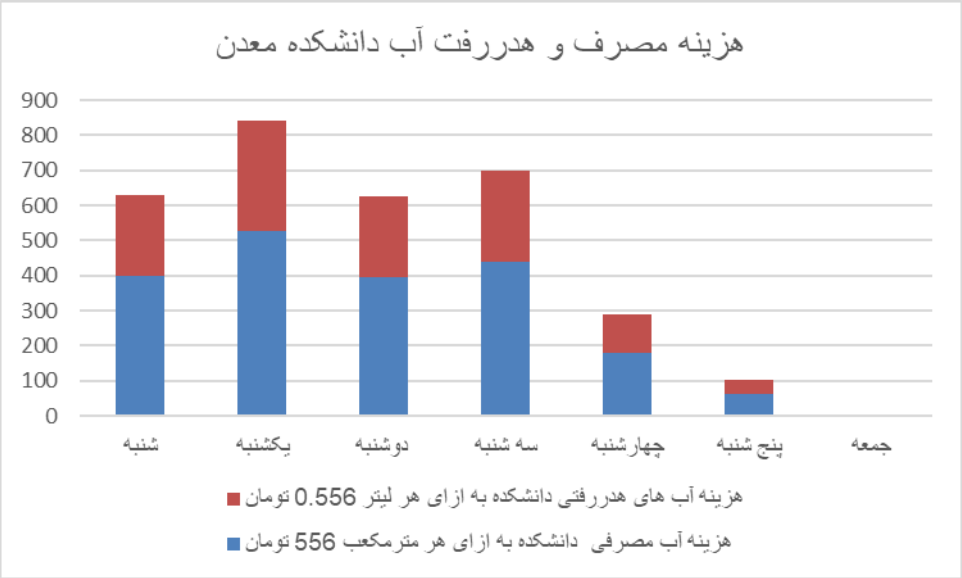
جدول ۷ میزان هزینه‌های مصرف و هدررفت آب دانشکده معدن را به تفکیک ایام هفته نشان می‌دهد.

روز	هزینه آب مصرفی دانشکده به ازای هر مترمکعب ۵۵۶ تومان	هزینه آب های هدررفتی دانشکده به ازای هر لیتر ۰.۵۵۶ تومان
شنبه	۳۹۸.۰۹۶	۲۳۲.۲۹۶۸
یکشنبه	۵۲۸.۲	۳۱۲.۱۹۴
دوشنبه	۳۹۳.۶۴۸	۲۳۰.۹۶۲۴
سه شنبه	۴۳۹.۵۱۸	۲۶۱.۲۶۴۴
چهارشنبه	۱۷۹.۸۶۶	۱۰۹.۴۲۰۸
پنج شنبه	۶۳.۳۸۴	۳۸.۴۷۵۲
جمعه	۰	۰

جدول۴-۷: هزینه آب مصرفی و آب هدررفتی دانشکده معدن

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هزینه آب مصرفی دانشکده معدن در روز، هفته، ماه و سال به ترتیب ۲۸۶، ۷.۲۰۰۲، ۸۵۸۳ و ۷۰۶۶۷ تومان و متوسط هزینه آب هدررفتی این دانشکده به ترتیب ۱۶۹، ۱۱۸۴,۶، ۵۰۷۶.۹ و ۴۱۷۹۹,۹ تومان است. نمودار ۴ مقایسه هزینه‌های مصرف و هدررفت آب دانشکده معدن است.



نمودار۴-۴: مقایسه هزینه مصرف و هدررفت آب دانشکده معدن

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۲-۴-مصرف و هدررفت آب دانشکده شیمی

روز	تعداد کل حضور دانشجویان	تعداد کل حضور اساتید و کارکنان	مقدار مصرف آب آشامیدنی دانشجویان (به ازای هر شخص ۱ لیتر)	مقدار مصرف آب آشامیدنی اساتید و کارکنان(به ازای هر شخص ۱	تعداد حضور دانشجویان جهت انجام وضو	تعداد حضور اساتید و کارکنان جهت انجام وضو	مقدار مصرف آب جهت وضو دانشجویان (به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مقدار مصرف آب جهت وضو اساتید و کارکنان(به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مجموع مصرف دانشکده
شنبه	۳۰۴	۲۴	۳۰۴	۲۴	۱۵۳	۱۳	۳۸۲.۵	۳۲.۵	۷۴۳
یکشنبه	۳۰۵	۲۸	۳۰۵	۲۸	۱۵۵	۱۷	۳۸۷.۵	۴۲.۵	۷۶۳
دوشنبه	۳۸۴	۳۲	۳۸۴	۳۲	۱۹۰	۲۰	۴۷۵	۵۰	۹۴۱
سه شنبه	۴۹۹	۳۷	۴۹۹	۳۷	۲۵۰	۲۵	۶۲۵	۶۲.۵	۱۲۲۳.۵
چهارشنبه	۲۵۸	۲۲	۲۵۸	۲۲	۱۳۰	۱۱	۳۲۵	۲۷.۵	۶۳۲.۵
پنج شنبه	۳۹	۳	۳۹	۳	۲۰	۳	۵۰	۷.۵	۹۹.۵
جمعه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول۴-۸: مصرف آب دانشکده شیمی بر اساس تعداد حضور دانشجویان، استاتید وکارکنان در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

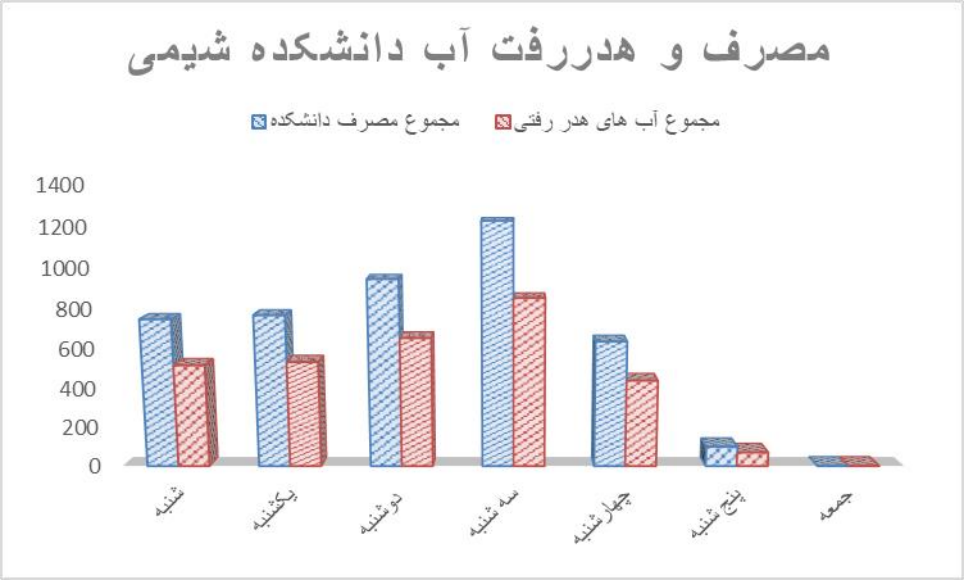
جدول ۸ میزان مصرف آب دانشکده شیمی را به تفکیک نوع مصرف نشان می‌دهد. متوسط مصرف آب این دانشکده ۶۲۸,۹ لیتر در روز است. این عدد برای هفته، ماه و سال به ترتیب ۴۴۰۲,۵، ۱۸۸۶۷,۸ و ۱۵۵۳۴۵ لیتر است. در جدول ۹ میزان آب هدررفتی دانشکده شیمی ارائه شده است.

روز	آب هدررفتی هنگام آشامیدن به ازای هر لیتر آب، ۰.۳ لیتر(ازابتدا تا سیرآب شدن)	آب هدررفتی هنگام وضو گرفتن به ازای هر۱ لیتر آب، ۱لیتر هدررفت	مجموع آب های هدر رفتی
شنبه	۹۸.۴	۴۱۵	۵۱۳.۴
یکشنبه	۹۹.۹	۴۳۰	۵۲۹.۹
دوشنبه	۱۲۴.۸	۵۲۵	۶۴۹.۸
سه شنبه	۱۶۰.۸	۶۸۷.۵	۸۴۸.۳
چهارشنبه	۸۴	۳۵۲.۵	۴۳۶.۵
پنج شنبه	۱۲.۶	۵۷.۵	۷۰.۱
جمعه	۰	۰	۰

جدول۴-۹: هدررفت آب دانشکده شیمی در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هدررفت روزانه آب دانشکده شیمی ۴۳۵ لیتر است. متوسط هدررفت آب در یک هفته ۳۰۴۸ لیتر، در ماه ۱۳۰۶۲,۸۶ لیتر و در سال ۱۰۷۵۵۰,۹ لیتر است. نمودار ۵ جهت مقایسه مصرف و هدررفت آب دانشکده شیمی است.



نمودار۴-۵: مقایسه مصرف و هدررفت آب دانشکده شیمی

منبع: یافته‌های پژوهش

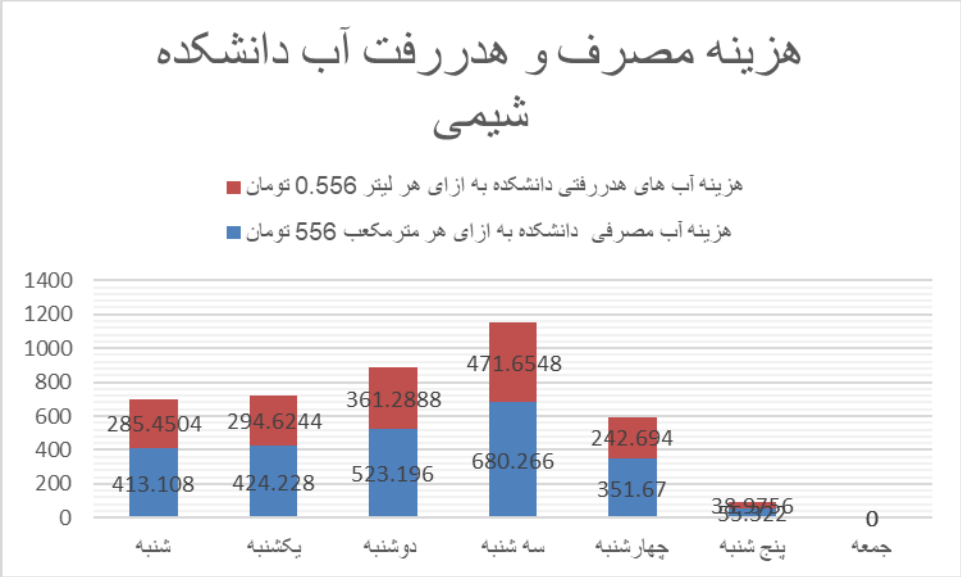
با تقسیم متوسط هدررفت آب دانشکده شیمی به متوسط مصرف آن درصد هدررفت آب این دانشکده مشخص می‌شود که ۶۹درصد است. در جدول ۱۰ هزینه‌های آب مصرفی وآب هدررفتی دانشکده شیمی در طول یک هفته بدست آمده است.

روز	هزینه آب مصرفی دانشکده به ازای هر مترمکعب ۵۵۶ تومان	هزینه آب های هدررفتی دانشکده به ازای هر لیتر ۰.۵۵۶ تومان
شنبه	۴۱۳.۱۰۸	۲۸۵.۴۵۰۴
یکشنبه	۴۲۴.۲۲۸	۲۹۴.۶۲۴۴
دوشنبه	۵۲۳.۱۹۶	۳۶۱.۲۸۸۸
سه شنبه	۶۸۰.۲۶۶	۴۷۱.۶۵۴۸
چهارشنبه	۳۵۱.۶۷	۲۴۲.۶۹۴
پنج شنبه	۵۵.۳۲۲	۳۸.۹۷۵۶
جمعه	۰	۰

جدول۴-۱۰: هزینه آب مصرفی و آب هدررفتی دانشکده شیمی

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هزینه آب مصرفی دانشکده شیمی در روز، هفته، ماه و سال به ترتیب ۳۴۹,۶، ۲۴۴۷,۷، ۱۰۴۹۰,۵ و ۸۶۳۷۲ تومان و متوسط هزینه آب هدررفتی این دانشکده به ترتیب ۲۴۲ تومان در روز، ۱۶۹۴,۶ تومان در هفته، ۷۲۶۲,۹ تومان در ماه و ۵۹۷۹۸ تومان در سال است. نمودار ۶ مقایسه هزینه‌های مصرف و هدررفت آب دانشکده شیمی است.



نموار۴-۶: مقایسه هزینه مصرف و هدررفت آب دانشکده شیمی

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۲-۵-مصرف و هدررفت آب دانشکده علوم زمین

روز	تعداد کل حضور دانشجویان	تعداد کل حضور اساتید و کارکنان	مقدار مصرف آب آشامیدنی دانشجویان (به ازای هر شخص ۱ لیتر)	مقدار مصرف آب آشامیدنی اساتید و کارکنان(به ازای هر شخص ۱	تعداد حضور دانشجویان جهت انجام وضو	تعداد حضور اساتید و کارکنان جهت انجام وضو	مقدار مصرف آب جهت وضو دانشجویان (به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مقدار مصرف آب جهت وضو اساتید و کارکنان (به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مجموع مصرف دانشکده
شنبه	۲۱۴	۱۹	۲۱۴	۱۹	۱۰۹	۱۱	۲۷۲.۵	۲۷.۵	۵۳۳
یکشنبه	۲۵۵	۲۳	۲۵۵	۲۳	۱۲۶	۱۵	۳۱۵	۳۷.۵	۶۳۰.۵
دوشنبه	۱۸۹	۱۸	۱۸۹	۱۸	۹۵	۱۱	۲۳۷.۵	۲۷.۵	۴۷۲
سه شنبه	۱۷۱	۱۴	۱۷۱	۱۴	۸۶	۱۰	۲۱۵	۲۵	۴۲۵
چهارشنبه	۶۴	۸	۶۴	۸	۳۱	۸	۷۷.۵	۲۰	۱۶۹.۵
پنج شنبه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمعه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول۴-۱۱: مصرف آب دانشکده علوم زمین بر اساس تعداد حضور دانشجویان، استاتید وکارکنان در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

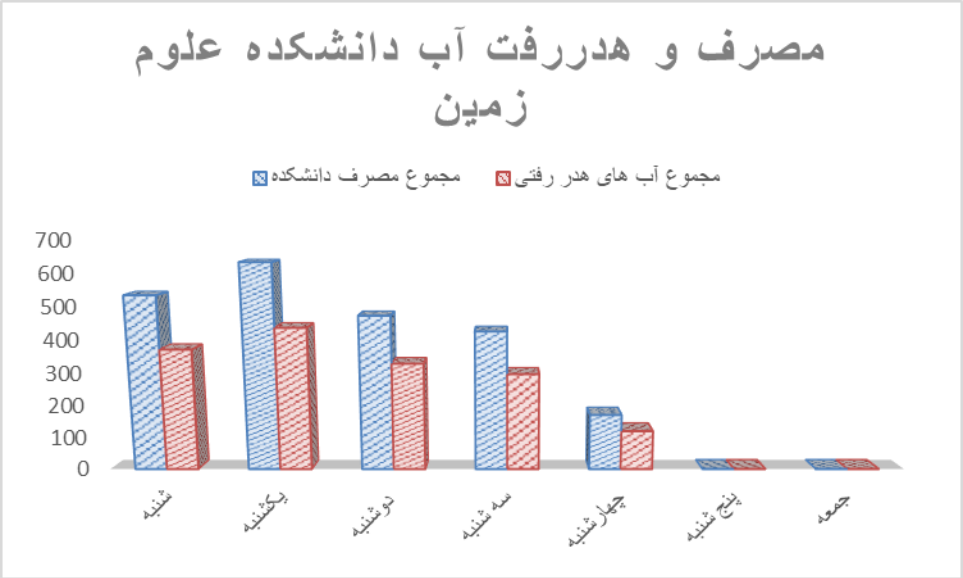
جدول ۱۱ میزان مصرف آب دانشکده علوم زمین را به تفکیک نوع مصرف نشان می‌دهد. متوسط مصرف آب این دانشکده ۳۱۸,۵ لیتر در روز است. این عدد برای هفته، ماه و سال به ترتیب ۲۲۳۰، ۹۵۵۷ و ۷۸۶۸۷ لیتر است. در جدول ۱۲ میزان آب هدررفتی دانشکده علوم زمین ارائه شده است.

روز	آب هدررفتی هنگام آشامیدن به ازای هر لیتر آب، ۰.۳ لیتر(ازابتدا تا سیرآب شدن)	آب هدررفتی هنگام وضو گرفتن به ازای هر۱ لیتر آب، ۱لیتر هدررفت	مجموع آب های هدر رفتی
شنبه	۶۹.۹	۳۰۰	۳۶۹.۹
یکشنبه	۸۳.۴	۳۵۲.۵	۴۳۵.۹
دوشنبه	۶۲.۱	۲۶۵	۳۲۷.۱
سه شنبه	۵۵.۵	۲۴۰	۲۹۵.۵
چهارشنبه	۲۱.۶	۹۷.۵	۱۱۹.۱
پنج شنبه	۰	۰	۰
جمعه	۰	۰	۰

جدول۴-۱۲: هدررفت آب دانشکده علوم زمین در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هدررفت روزانه آب دانشکده علوم زمین ۲۲۱ لیتر است. متوسط هدررفت آب در یک هفته ۱۵۴۷,۵ لیتر، در ماه ۶۶۳۲ لیتر و در سال ۵۶۶۰۴,۶ لیتر است. نمودار ۷ جهت مقایسه مصرف و هدررفت آب دانشکده علوم زمین است.



نمودار۴-۷: مقایسه مصرف و هدررفت آب دانشکده علوم زمین

منبع: یافته‌های پژوهش

درصد هدررفت آب این دانشکده ۶۹ درصد است. در جدول ۱۳ هزینه‌های آب مصرفی و آب هدررفتی دانشکده علوم زمین در طول یک هفته بدست آمده است.

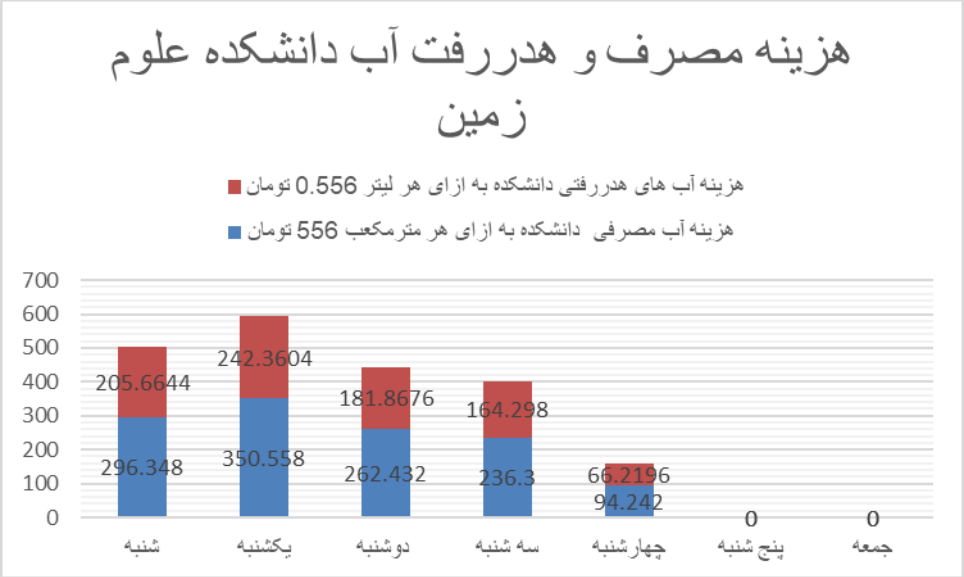
روز	هزینه آب مصرفی دانشکده به ازای هر مترمکعب ۵۵۶ تومان	هزینه آب های هدررفتی دانشکده به ازای هر لیتر ۰.۵۵۶ تومان
شنبه	۲۹۶.۳۴۸	۲۰۵.۶۶۴۴
یکشنبه	۳۵۰.۵۵۸	۲۴۲.۳۶۰۴
دوشنبه	۲۶۲.۴۳۲	۱۸۱.۸۶۷۶
سه شنبه	۲۳۶.۳	۱۶۴.۲۹۸
چهارشنبه	۹۴.۲۴۲	۶۶.۲۱۹۶
پنج شنبه	۰	۰
جمعه	۰	۰

جدول۴-۱۳: هزینه آب مصرفی و آب هدررفتی دانشکده علوم زمین

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هزینه آب مصرفی دانشکده علوم زمین در روز، هفته، ماه و سال به ترتیب ۱۷۷، ۱۲۳۹,۸، ۵۳۱۳,۷ و ۴۳۷۵۰ تومان و متوسط هزینه آب هدررفتی این دانشکده به ترتیب ۱۲۲,۹ تومان در روز،

۸۶۰,۴ تومان در هفته، ۳۶۸۷,۴ تومان در ماه و ۳۰۳۶۰ تومان در سال است. نمودار ۸ مقایسه هزینه‌های مصرف و هدررفت آب دانشکده علوم زمین است.



نمودار۴-۸: مقایسه هزینه مصرف و هدررفت آب دانشکده علوم زمین

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۲-۶-مصرف و هدررفت آب دانشکده تربیت بدنی

روز	تعداد کل حضور دانشجویان	تعداد کل حضور اساتید و کارکنان	مقدار مصرف آب آشامیدنی دانشجویان (به ازای هر شخص ۱ لیتر)	مقدار مصرف آب آشامیدنی اساتید و کارکنان(به ازای هر شخص ۱	تعداد حضور دانشجویان جهت انجام وضو	تعداد حضور اساتید و کارکنان جهت انجام وضو	مقدار مصرف آب جهت وضو دانشجویان (به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مقدار مصرف آب جهت وضو اساتید و کارکنان (به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مجموع مصرف دانشکده
شنبه	۳۵۰	۲۷	۳۵۰	۲۷	۱۷۸	۱۸	۴۴۵	۴۵	۸۶۷
یکشنبه	۴۶۱	۳۱	۴۶۱	۳۱	۲۳۰	۲۲	۵۷۵	۵۵	۱۱۲۲
دوشنبه	۴۸۴	۳۴	۴۸۴	۳۴	۲۴۰	۲۵	۶۰۰	۶۲.۵	۱۱۸۰.۵
سه شنبه	۵۲۲	۳۶	۵۲۲	۳۶	۲۶۱	۲۸	۶۵۲.۵	۷۰	۱۲۸۰.۵
چهارشنبه	۴۲۳	۲۸	۴۲۳	۲۸	۲۱۲	۱۸	۵۳۰	۴۵	۱۰۲۶
پنج شنبه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمعه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول۴-۱۴: مصرف آب دانشکده تربیت بدنی بر اساس تعداد حضور دانشجویان، استاتید وکارکنان در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۴ میزان مصرف آب دانشکده تربیت بدنی را به تفکیک نوع مصرف نشان می‌دهد. متوسط مصرف آب این دانشکده ۷۸۲ لیتر در روز است. این عدد برای هفته، ماه و سال به ترتیب ۵۴۷۶،

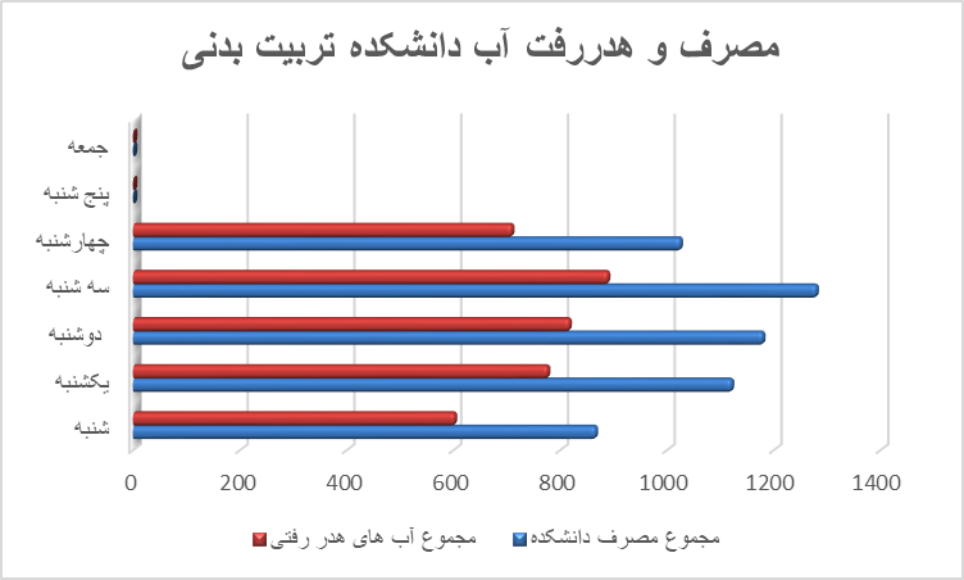
۲۳۴۶۸,۵ و ۱۹۳۲۲۴,۵ لیتر است. در جدول ۱۵ میزان آب هدررفتی دانشکده تربیت بدنی ارائه شده است.

روز	آب هدررفتی هنگام آشامیدن به ازای هر لیتر آب، ۰.۳ لیتر(ازابتدا تا سیرآب شدن)	آب هدررفتی هنگام وضو گرفتن به ازای هر۱ لیتر آب، ۱لیتر هدررفت	مجموع آب های هدر رفتی
شنبه	۱۱۳.۱	۴۹۰	۶۰۳.۱
یکشنبه	۱۴۷.۶	۶۳۰	۷۷۷.۶
دوشنبه	۱۵۵.۴	۶۶۲.۵	۸۱۷.۹
سه شنبه	۱۶۷.۴	۷۲۲.۵	۸۸۹.۹
چهارشنبه	۱۳۵.۳	۵۷۵	۷۱۰.۳
پنج شنبه	۰	۰	۰
جمعه	۰	۰	۰

جدول۴-۱۵: هدررفت آب دانشکده تربیت بدنی در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هدررفت روزانه آب دانشکده تربیت بدنی۵۴۲,۶ لیتر است. متوسط هدررفت آب این دانشکده در یک هفته ۳۷۹۸,۸ لیتر، در ماه ۱۶۲۸۰,۵ لیتر و در سال ۱۳۴۰۴۳,۴ لیتر است. نمودار ۹ جهت مقایسه مصرف و هدررفت آب دانشکده تربیت بدنی است.



نمودار۴-۹: مقایسه مصرف و هدررفت آب دانشکده تربیت بدنی

منبع: یافته‌های پژوهش

درصد هدررفت آب دانشکده تربیت بدنی ۶۹ درصد است. در جدول ۱۶ هزینه‌های آب مصرفی و آب هدررفتی این دانشکده در طول یک هفته بدست آمده است.

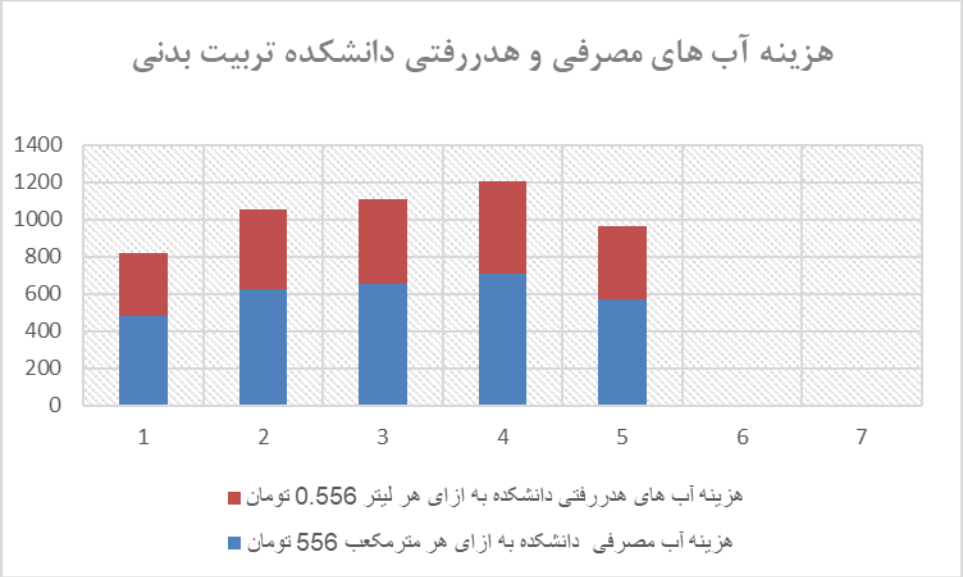
روز	هزینه آب مصرفی دانشکده به ازای هر مترمکعب ۵۵۶ تومان	هزینه آب های هدررفتی دانشکده به ازای هر لیتر ۰.۵۵۶ تومان
شنبه	۴۸۲.۰۵۲	۳۳۵.۳۲۳۶
یکشنبه	۶۲۳.۸۳۲	۴۳۲.۳۴۵۶
دوشنبه	۶۵۶.۳۵۸	۴۵۴.۷۵۲۴
سه شنبه	۷۱۱.۹۵۸	۴۹۴.۷۸۴۴
چهارشنبه	۵۷۰.۴۵۶	۳۹۴.۹۲۶۸
پنج شنبه	۰	۰
جمعه	۰	۰

جدول۴-۱۶: هزینه آب مصرفی و آب هدررفتی دانشکده تربیت بدنی

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هزینه آب مصرفی این دانشکده در روز، هفته، ماه و سال به ترتیب ۴۳۴,۹، ۳۰۴۴,۶، ۱۳۰۴۸,۵ و ۱۰۷۴۳۲,۹ تومان و متوسط هزینه آب هدررفتی به ترتیب ۳۰۱,۷ تومان در روز، ۲۱۱۲

تومان در هفته، ۹۰۵۱,۹ تومان در ماه و ۷۴۵۲۸ تومان در سال است. نمودار ۱۰ مقایسه هزینه‌های مصرف و هدررفت آب دانشکده تربیت‌بدنی است.



نمودار۴-۱۰: مقایسه هزینه مصرف و هدررفت آب دانشکده تربیت بدنی

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۲-۷-مصرف و هدررفت آب دانشکده‌های معماری و فیزیک

روز	تعداد کل حضور دانشجویان	تعداد کل حضور اساتید و کارکنان	مقدار مصرف آب آشامیدنی دانشجویان (به ازای هر شخص ۱ لیتر)	مقدار مصرف آب آشامیدنی اساتید و کارکنان(به ازای هر شخص ۱	تعداد حضور دانشجویان جهت انجام وضو	تعداد حضور اساتید و کارکنان جهت انجام وضو	مقدار مصرف آب جهت وضو دانشجویان (به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مقدار مصرف آب جهت وضو اساتید و کارکنان(به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	مجموع مصرف دانشکده
شنبه	۱۰۰۵	۶۲	۱۰۰۵	۶۲	۵۰۳	۳۲	۱۲۵۷.۵	۸۰	۲۴۰۴.۵
یکشنبه	۱۰۹۸	۷۹	۱۰۹۸	۷۹	۵۵۰	۴۹	۱۳۷۵	۱۲۲.۵	۲۶۷۴.۵
دوشنبه	۱۱۰۷	۶۸	۱۱۰۷	۶۸	۵۵۵	۳۹	۱۳۸۷.۵	۹۷.۵	۲۶۶۰
سه شنبه	۱۲۴۵	۸۷	۱۲۴۵	۸۷	۶۲۶	۵۴	۱۵۶۵	۱۳۵	۳۰۳۲
چهارشنبه	۸۶۶	۵۷	۸۶۶	۵۷	۴۳۶	۲۹	۱۰۹۰	۷۲.۵	۲۰۸۵.۵
پنج شنبه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمعه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول۴-۱۷: مصرف آب دانشکده معماری و فیزیک بر اساس تعداد حضور دانشجویان، استاتید وکارکنان در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

ساختمان دانشکده‌های فیزیک و معماری مشترک است و لذا مصرف آب این دو دانشکده با هم ادغام شده و متوسط مصرف روزانه آن ۱۸۳۶,۶ لیتر در روز است. متوسط مصرف هفتگی ۱۲۸۵۶,۵ لیتر،

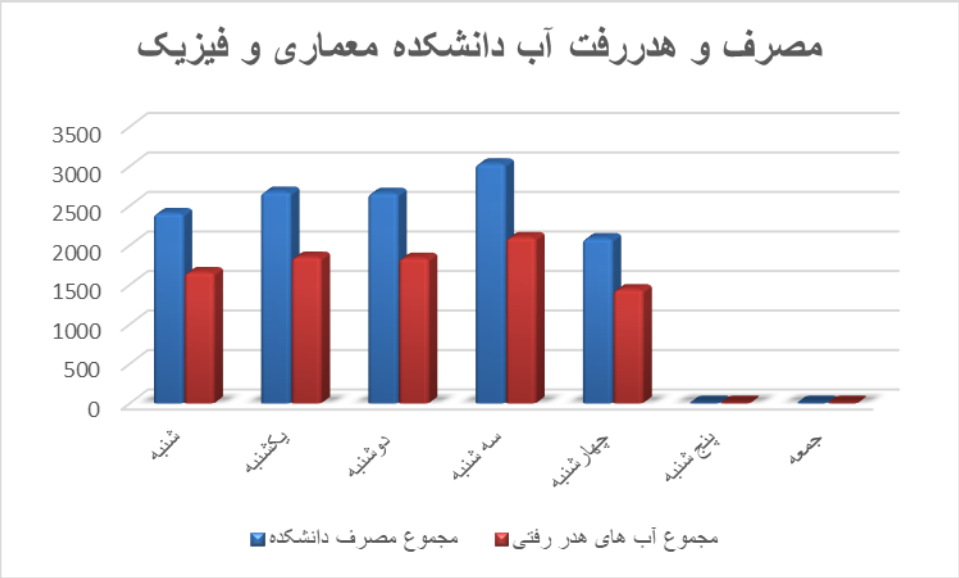
متوسط مصرف ماهانه ۵۵۰۹۹ لیتر و متوسط مصرف سالانه ۴۵۳۶۵۰,۸ لیتر در سال است(یک سال تحصیلی مطابق تقویم آموزشی دانشگاه معادل ۲۴۷ روز با در نظر گرفتن ایام رسمی تعطیلات عید و تابستان دانشگاه می‌باشد). جدول ۱۸ هدررفت آب دانشکده‌های فیزیک و معماری را نشان می‌دهد.

روز	آب هدررفتی هنگام آشامیدن به ازای هر لیتر آب، ۰.۳ لیتر(ازابتدا تا سیرآب شدن)	آب هدررفتی هنگام وضو گرفتن به ازای هر۱ لیتر آب، ۱لیتر هدررفت	مجموع آب های هدر رفتی
شنبه	۳۲۰.۱	۱۳۳۷.۵	۱۶۵۷.۶
یکشنبه	۳۵۳.۱	۱۴۹۷.۵	۱۸۵۰.۶
دوشنبه	۳۵۲.۵	۱۴۸۵	۱۸۳۷.۵
سه شنبه	۳۹۹.۶	۱۷۰۰	۲۰۹۹.۶
چهارشنبه	۲۷۶.۹	۱۱۶۲.۵	۱۴۳۹.۴
پنج شنبه	۰	۰	۰
جمعه	۰	۰	۰

جدول۴-۱۸: هدررفت آب دانشکده معماری و فیزیک در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هدررفت روزانه آب این دانشکده ۱۲۶۹ لیتر است. متوسط هدررفت آب این دانشکده در یک هفته ۸۸۸۴,۷ لیتر، در ماه ۳۸۰۷۷ لیتر و در سال ۳۱۳۵۰۳ لیتر است. نمودار ۱۱ جهت مقایسه مصرف و هدررفت آب این دانشکده است.



نمودار۴-۱۱: مقایسه مصرف و هدررفت آب دانشکده معماری و فیزیک

منبع: یافته‌های پژوهش

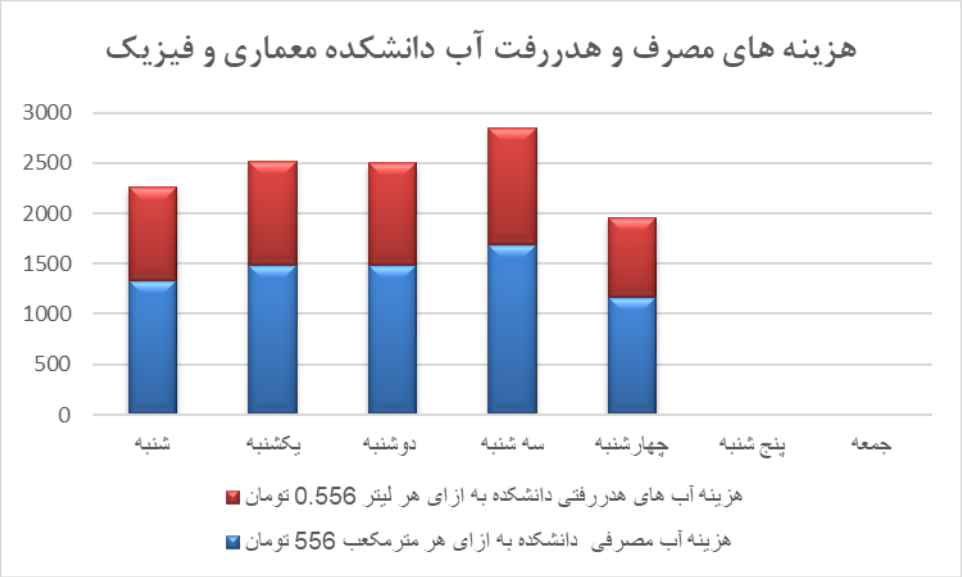
درصد هدررفت آب در این دانشکده ۶۹ درصد است که تقریبا در همه‌ی دانشکده‌ها این مقدار ثابت است. در جدول ۱۹ هزینه‌های آب مصرفی و آب هدررفتی این دانشکده در طول یک هفته بدست آمده است.

روز	هزینه آب مصرفی دانشکده به ازای هر مترمکعب ۵۵۶ تومان	هزینه آب های هدررفتی دانشکده به ازای هر لیتر ۰.۵۵۶ تومان
شنبه	۱۳۳۶.۹۰۲	۹۲۱.۶۲۵۶
یکشنبه	۱۴۸۷.۰۲۲	۱۰۲۸.۹۳۳۶
دوشنبه	۱۴۷۸.۹۶	۱۰۲۱.۶۵
سه شنبه	۱۶۸۵.۷۹۲	۱۱۶۷.۳۷۷۶
چهارشنبه	۱۱۵۹.۵۳۸	۸۰۰.۳۰۶۴
پنج شنبه	۰	۰
جمعه	۰	۰

جدول۴-۱۹: هزینه آب مصرفی و آب هدررفتی دانشکده معماری و فیزیک

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هزینه آب مصرفی این دانشکده در روز، هفته، ماه و سال به ترتیب ۱۰۲۱، ۷۱۴۸، ۳۰۶۳۵ و ۲۵۲۲۲۹,۸ تومان و متوسط هزینه آب هدررفتی به ترتیب ۷۰۵,۶ تومان در روز، ۴۹۳۹,۸ تومان در هفته، ۲۱۱۷۰,۹ تومان در ماه و ۱۷۴۳۰۷,۷ تومان در سال است. نمودار ۱۲ مقایسه هزینه‌های مصرف و هدررفت آب دانشکده معماری و فیزیک است.



نمودار۴-۱۲: مقایسه هزینه مصرف و هدررفت آب دانشکده معماری و فیزیک

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۲-۸-مصرف و هدررفت آب خوابگاه برادران

روز	تعداد حضور دانشجویان برای مصرف آب	مقدار مصرف آب آشامیدنی (به ازای هر شخص ۱ لیتر)	تعداد حضور دانشجویان جهت انجام وضو	مصرف آب برای وضو(به ازای هر شخص ۲.۵ لیتر)	تعداد حضور دانشجویان در حمام	حمام(به ازای هر شخص۱۳۰ لیتر)	تعداد حضور دانشجویان برای شستن دست و صورت	شستن دست و صورت (به ازای هرشخص ۱.۴ لیتر)	تعداد حضور دانشجویان برای شستن ظروف	شستن ظروف(به ازای هر شخص ۳.۵لیتر)
شنبه	۷۴۵	۷۴۵	۵۱۳	۱۲۸۲.۵	۲۴۳	۳۱۵۹۰	۷۳۹	۱۰۳۴.۶	۲۵	۸۷.۵
یکشنبه	۷۴۳	۷۴۳	۴۸۵	۱۲۱۲.۵	۲۴۱	۳۱۳۳۰	۷۳۲	۱۰۲۴.۸	۲۸	۹۸
دوشنبه	۷۴۶	۷۴۶	۴۷۹	۱۱۹۷.۵	۲۴۶	۳۱۹۸۰	۷۲۷	۱۰۱۷.۸	۳۱	۱۰۸.۵
سه شنبه	۷۴۰	۷۴۰	۴۸۲	۱۲۰۵	۲۴۸	۳۲۲۴۰	۷۰۲	۹۸۲.۸	۲۰	۷۰
چهارشنبه	۷۳۳	۷۳۳	۴۷۰	۱۱۷۵	۲۷۸	۳۶۱۴۰	۷۳۰	۱۰۲۲	۴۵	۱۵۷.۵
پنج شنبه	۷۲۱	۷۲۱	۴۲۰	۱۰۵۰	۲۹۵	۳۸۳۵۰	۷۱۵	۱۰۰۱	۵۲۸	۱۸۴۸
جمعه	۷۲۶	۷۲۶	۳۸۷	۹۶۷.۵	۳۱۳	۴۰۶۹۰	۷۱۸	۱۰۰۵.۲	۶۳۹	۲۲۳۶.۵

جدول۴-۲۰: مصرف آب خوابگاه برادران بر اساس تعداد حضور دانشجویان در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۲۰ انواع مصرف آب خوابگاه برادران پردیس مرکزی دانشگاه صنعتی شاهرود را نشان می‌دهد. آزمایش صورت گرفته در مورد میزان مصرف آب در بخش‌های حمام، شست‌وشوی دست و صورت و شست‌وشوی ظروف در این جدول مشخص شده است. متوسط مصرف روزانه آب خوابگاه برادران در هر روز ۳۸۱۷۹,۷ لیتر است. بیشترین مصرف آب دانشگاه مربوط به خوابگاه برادران است که این میزان مصرف به دلیل تعداد بالای دانشجویان است. همچنین متوسط مصرف هفتگی ۲۶۷۲۵۸ لیتر، متوسط مصرف ماهانه ۱۱۴۵۳۹۲ لیتر و متوسط مصرف سالانه خوابگاه نیز ۹۴۳۰۳۹۶ لیتر در یک سال تحصیلی است. مصرف زیاد هدررفت زیاد را در پی دارد. جدول۲۱ میزان هدررفت هر بخش از مصرف آب خوابگاه را به تفکیک نشان می‌دهد.

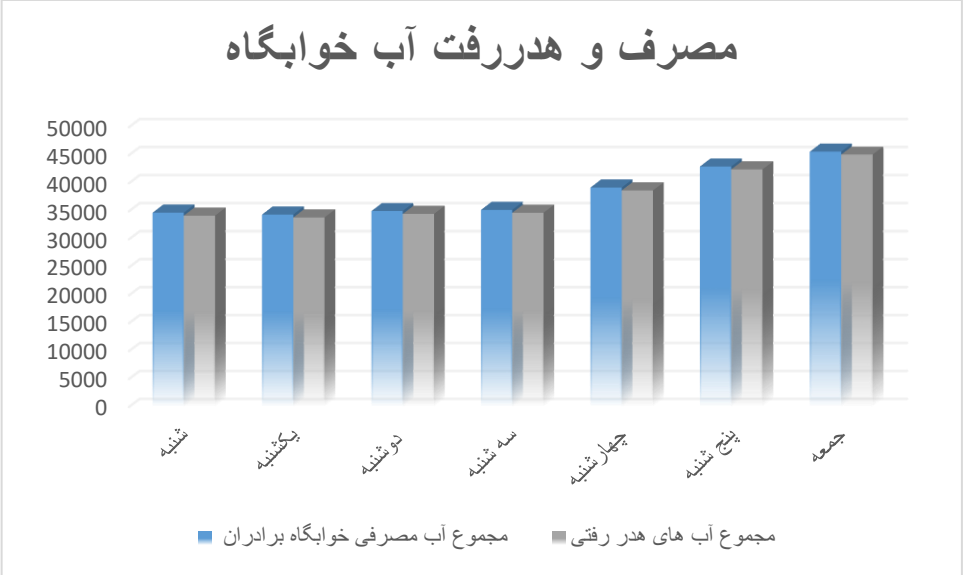
روز	آب هدررفتی هنگام آشامیدن به ازای هر لیتر آب، ۰.۳ لیتر(ازابتدا تا سیرآب شدن)	آب هدررفتی هنگام شست وشو دست و صورت به ازای مصرف هر ۱ لیتر آب، ۱ لیتر هدررفت	آب هدررفتی هنگام شستن ظروف به ازای مصرف هر۱ لیتر آب، ۱ لیتر هدررفت	آب هدررفتی هنگام وضو گرفتن به ازای مصرف هر ۱ لیتر آب، ۱لیتر هدررفت	آب هدررفتی در زمان حمام به ازای مصرف هر ۱ لیتر آب، ۱ لیتر هدررفت (هدررفت=مصرف)	مجموع آب های هدر رفتی
شنبه	۲۲۳.۵	۱۰۳۴.۶	۸۷.۵	۱۲۸۲.۵	۳۱۵۹۰	۳۴۲۱۸.۱
یکشنبه	۲۲۲.۹	۱۰۲۴.۸	۹۸	۱۲۱۲.۵	۳۱۳۳۰	۳۳۸۸۸.۲
دوشنبه	۲۲۳.۸	۱۰۱۷.۸	۱۰۸.۵	۱۱۹۷.۵	۳۱۹۸۰	۳۴۵۲۷.۶
سه شنبه	۲۲۲	۹۸۲.۸	۷۰	۱۲۰۵	۳۲۲۴۰	۳۴۷۱۹.۸
چهارشنبه	۲۱۹.۹	۱۰۲۲	۱۵۷.۵	۱۱۷۵	۳۶۱۴۰	۳۸۷۱۴.۴
پنج شنبه	۲۱۶.۳	۱۰۰۱	۱۸۴۸	۱۰۵۰	۳۸۳۵۰	۴۲۴۶۵.۳
جمعه	۲۱۷.۸	۱۰۰۵.۲	۲۲۳۶.۵	۹۶۷.۵	۴۰۶۹۰	۴۵۱۱۷

جدول۴-۲۱: هدررفت آب خوابگاه برادران در ایام هفته

منبع: یافته‌های پژوهش

در جدول ۲۱ که نشان دهنده‌ی هدررفت آب در هر نوع مصرف آب در خوابگاه است، میزان هدررفت آب در ازای مصرف یک لیتر آب در بخش‌های شست وشو اعم از دست وصورت و ظروف، حمام و وضوگرفتن، ۱ لیتر هدررفت در نظرگرفته شده است به دلیل اینکه در این مصارف کل آب مصرفی تقریبا به جز درصد اندکی از آن هدر می‌رود و تنها در بخش آشامیدن آب، به ازای باز بودن شیر آب

به اندازه ۱ لیتر از ابتدا تا انتهای سیر آب شدن ۰,۳ از ۱ لیتر آب هدر می‌رود. که این عدد مشابه سایر پژوهش‌های کار شده در زمینه کاهش مصرف آب است. میزان هدررفت آب خوابگاه به طور متوسط و به ترتیب در روز، هفته، ماه و سال برابر با ۳۷۶۶۴,۳، ۲۶۳۶۵۰,۴، ۱۱۲۹۹۳۰ و ۹۳۰۳۰۹۳ لیتر است. در نمودار۱۳ مصرف و هدررفت آب خوابگاه مقایسه شده است.



نمودار۴-۱۳: مقایسه مصرف و هدررفت آب خوابگاه برادران

منبع: یافته‌های پژوهش

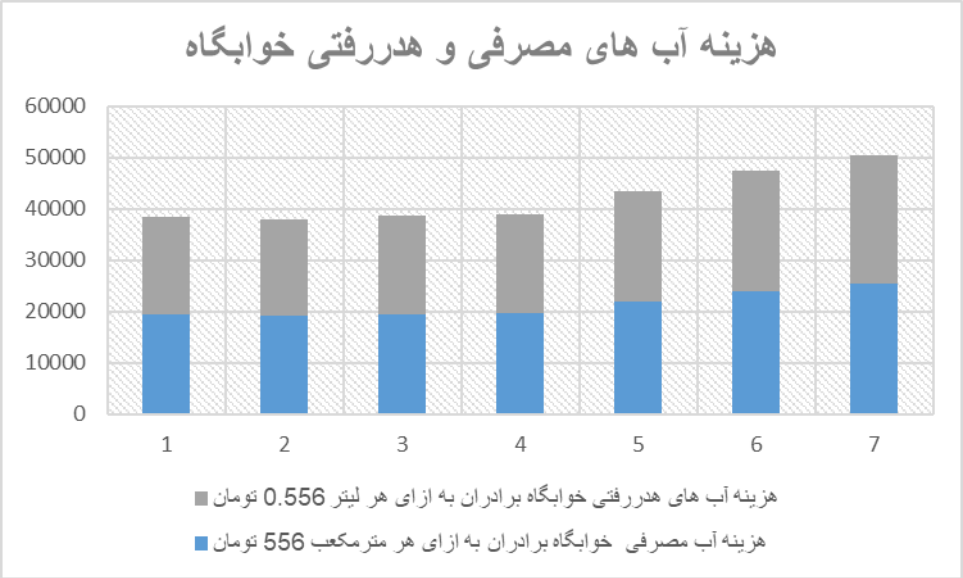
درصد هدررفت آب خوابگاه ۹۸درصد است. بیش‌ترین درصد هدررفت در دانشگاه همانند بیشترین میزان مصرف آب متعلق به خوابگاه است با این تفاوت که در اکثر دانشکده‌ها درصد هدررفت آب ۶۹درصد است اما درصد بالای هدررفت آب در خوابگاه و به دنبال آن میزان آب بدون درآمد یا آب خاکستری زیادی که در خوابگاه تولید می‌شود و بلااستفاده مانده می‌تواند حتی یک هزینه فرصت برای دانشگاه تلقی شود. در جدول ۲۲ هزینه‌های آب‌های هدررفتی و آب‌های مصرفی نشان داده شده است.

روز	هزینه آب مصرفی خوابگاه برادران به ازای هر مترمکعب ۵۵۶ تومان	هزینه آب های هدررفتی خوابگاه برادران به ازای هر لیتر ۰.۵۵۶ تومان
شنبه	۱۹۳۱۵.۲۱۸	۱۹۰۲۵.۲۶۴
یکشنبه	۱۹۱۳۱.۰۱۵	۱۸۸۴۱.۸۳۹
دوشنبه	۱۹۴۸۷.۶۸۹	۱۹۱۹۷.۳۴۶
سه شنبه	۱۹۵۹۲.۲۱۷	۱۹۳۰۴.۲۰۹
چهارشنبه	۲۱۸۱۰.۴۹	۲۱۵۲۵.۲۰۶
پنج شنبه	۲۳۸۹۱.۳۲	۲۳۶۱۰.۷۰۷
جمعه	۲۵۳۶۷.۶۱۱	۲۵۰۸۵.۰۵۲

جدول۴-۲۲: هزینه آب مصرفی و آب هدررفتی خوابگاه برادران

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هزینه آب مصرفی خوابگاه در روز، هفته، ماه و سال به ترتیب ۲۱۲۲۷,۹، ۶.۱۴۸۵۹۵، ۶۳۶۸۳۸ و ۵۲۴۳۳۰۰ تومان و متوسط هزینه آب هدررفتی به ترتیب ۲۰۹۴۱ تومان در روز، ۱۴۶۵۸۹,۶ تومان در هفته، ۶۲۸۲۴۱ تومان در ماه و ۵۱۷۲۵۲۰ تومان در سال است. نمودار ۱۴ مقایسه هزینه‌های مصرف و هدررفت آب خوابگاه است.

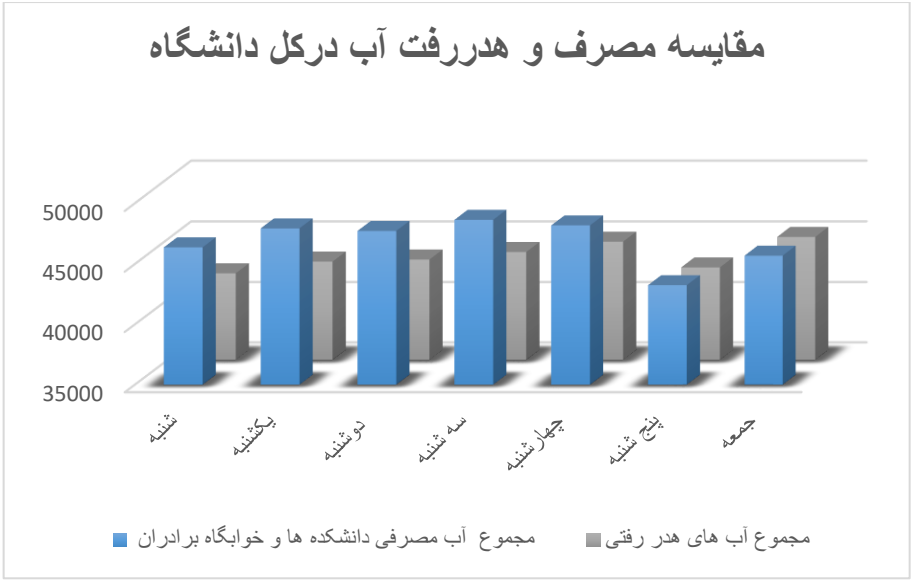


نمودار۴-۱۴: مقایسه هزینه مصرف و هدررفت آب خوابگاه برادران

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نمودار ۱۴و درصد بالای هدررفت آب، مشاهده می‌شود که هزینه‌های هدررفت آب بسیار بالاست و تقریبا برابر هزینه‌های مصرف آب است. در ادامه برای هر دانشکده و خوابگاه سپتیک تانک متناسب با هدررفت آب آن طبق رابطه (۳-۱) بدست آمده است و سپس هزینه‌های خرید، نصب و راه‌اندازی سپتیک تانک محاسبه شده و سپس ارزیابی‌های اقتصادی انجام شده است.

۴-۳-مقایسه کلی هدررفت و مصرف آب



نمودار۴-۱۵: مقایسه مصرف و هدررفت آب کل دانشگاه

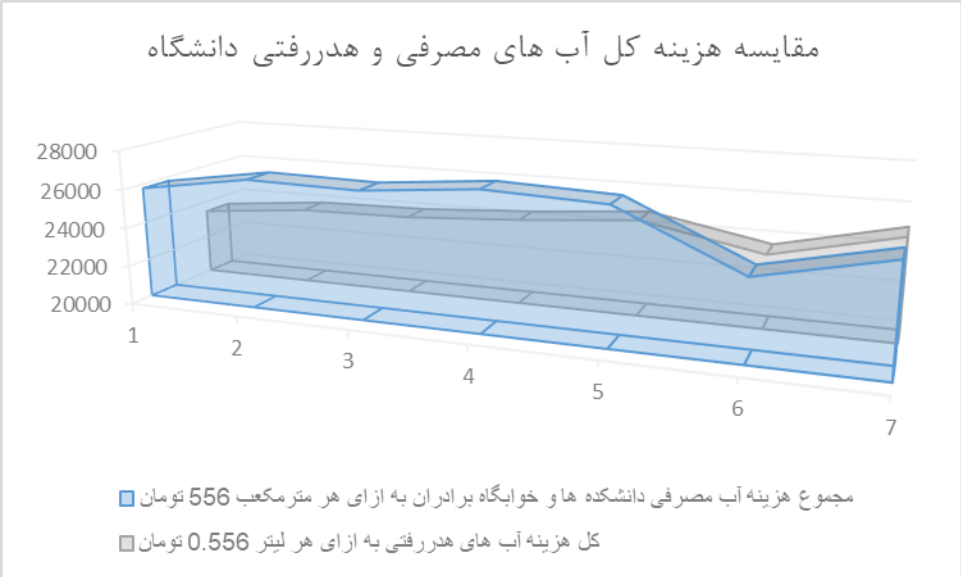
منبع: یافته‌های پژوهش

میزان هدررفت آب مصرفی	میانگین هدررفت روزانه	هدررفت هفتگی	هدررفت ماهانه	هدررفت سالانه
دانشکده مدیریت	۳۰۹۳.۸۸	۲۱۶۵۷.۲	۹۲۸۱۶.۵	۷۶۴۱۸۹.۷
دانشکده معدن	۳۰۴.۳	۲۱۳۰.۶	۹۱۳۱.۱	۷۵۱۷۹.۷
دانشکده شیمی	۴۳۵.۴	۳۰۴۸	۱۳۰۶۲.۸	۱۰۷۵۵۰.۹
دانشکده علوم زمین	۲۲۱	۱۵۴۷.۵	۶۶۳۲.۱	۵۴۶۰۴.۶
دانشکده تربیت بدنی	۵۴۲.۶	۳۷۹۸.۸	۱۶۲۸۰.۵	۱۳۴۰۴۳.۴
معماری و فیزیک	۱۲۶۹.۲	۸۸۸۴.۷	۳۸۰۷۷.۲	۳۱۳۵۰۳
خوابگاه برادران	۳۷۶۶۴.۳	۲۶۳۶۵۰	۱۱۲۹۹۳۰	۹۳۰۳۰۹۳
جمع	۴۳۵۳۰.۷	۳۰۴۷۱۷	۱۳۰۵۹۳۰	۱۰۷۵۲۱۶۴.۳

جدول۴-۲۳: خلاصه ای از میزان هدررفت آب مصرفی

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط روزانه کل آب‌های مصرفی در دانشگاه ۴۶۸۲۷ لیتر در روز و متوسط روزانه کل آب‌های هدررفتی ۴۳۵۳۰,۷ لیتر در روز است. همچنین هدررفت هفتگی، ماهانه و سالانه در جدول ۲۳ برای هر بخش محاسبه شده است. درصد هدررفت کل آب دانشگاه ۹۰ درصد است. نمودار ۱۶ مقایسه بین هزینه‌های آب مصرفی و هزینه‌های آب هدررفتی را نشان می‌دهد.



نمودار۴-۱۶: مقایسه هزینه کل مصرف و هدررفت آب دانشگاه

منبع: یافته‌های پژوهش

متوسط هزینه‌ی روزانه مصرف آب کل دانشگاه ۲۶۰۳۵,۸ تومان و متوسط هزینه‌ی روزانه هدررفت آب کل دانشگاه ۲۴۲۳۵,۷ تومان است. میزان هزینه‌ی متوسط سالانه مصرف آب کل دانشگاه در یک سال تحصیلی برابر با ۶۴۳۰۸۵۱ و میزان هزینه‌ی متوسط سالانه هدررفت آب کل دانشگاه ۵۹۸۶۲۴۱ تومان است. در این قسمت از پژوهش هزینه آب دانشگاه را با رویکرد محافظ کارانه و ۵۵۶ تومان به ازای هر مترمکعب مصرف آب محاسبه شده است؛ برای تعمیم هزینه‌ها و درآمدهای انجام این طرح با واقعیت هزینه آب دانشگاه و تجزیه و تحلیل اقتصادی در پایان با رویکرد واقعی نیز محاسبه می‌شود. هدف این پژوهش ارزشیابی مخارج مورد نیاز برای خرید مخازن تصفیه کننده آب جهت استفاده مجدد از آب‌های هدررفتی و مقایسه آن با هزینه‌ی متوسط سالیانه هدررفت کل دانشگاه صنعتی شاهرود است. در ادامه برای هر دانشکده و خوابگاه سپتیک تانک متناسب با هدررفت آب آن طبق رابطه (۳-۱) بدست آمده است و سپس هزینه‌های خرید، نصب و راه‌اندازی سپتیک تانک محاسبه شده و سپس ارزیابی‌های اقتصادی انجام شده است.

۴-۴-طراحی سپتیک تانک

۱- حجم سپتیک تانک دانشکده مدیریت

$$V_{\text{مدیریت}} = 4500 + Q_{\text{مدیریت}} = 4500 + 4491 = 8991L \approx 10M^3$$

۲-حجم سپتیک تانک دانشکده معدن

$$V_{\text{معدن}} = 4500 + Q_{\text{معدن}} = 4500 + 514 = 5014L \approx 5M^3$$

۳-حجم سپتیک تانک دانشکده شیمی

$$V_{\text{شیمی}} = 4500 + Q_{\text{شیمی}} = 4500 + 628 = 5128L \approx 5M^3$$

۴-حجم سپتیک تانک دانشکده علوم زمین

$$V_{\text{علوم‌زمین}} = 4500 + Q_{\text{علوم‌زمین}} = 4500 + 318 = 4818L \approx 5M^3$$

۵-حجم سپتیک تانک دانشکده تربیت بدنی

$$V_{\text{تربیت‌بدنی}} = 4500 + Q_{\text{تربیت‌بدنی}} = 4500 + 782 = 5282L \approx 5M^3$$

۶-حجم سپتیک تانک دانشکده فیزیک و معماری

$$V_{\text{معماری و فیزیک}} = 4500 + Q_{\text{معماری و فیزیک}} = 4500 + 1836 = 6336L \approx 5M^3$$

۷-حجم سپتیک تانک خوابگاه برادران

$$V_{\text{خوابگاه}} = 4500 + Q_{\text{خوابگاه}} = 4500 + 37664 = 42164L \approx 40M^3$$

۴-۵-هزینه های طرح استفاده از سپتیک تانک

۴-۵-۱-هزینه های خرید، نصب و راه اندازی

ردیف	شرح کالا/خدمات	تعداد (دستگاه)	طول (متر)	قطر (متر)	حجم (مترمکعب)	قیمت واحد (ریال)	قیمت کل (ریال)
۱	- سپتیک تانک پلی اتیلن دوجداره تولید شده از مواد درجه یک پتروشیمی EX3 HDPE100 - دارای بازرسی سطح یک ساتکاب - طراحی پروفیل بر اساس میزان خاک روی سپتیک تانک خواهد بود. - دارای بیش از ۵۰ سال گارانتی	۵	۳,۳	۱,٤	۵	۷۹,٦۰۰,۰۰۰	۳۹۸,۰۰۰,۰۰۰
		۱	۵	۱,٦	۱۰	۱۲۸,۰۰۰,۰۰۰	۱۲۸,۰۰۰,۰۰۰
		۱	۸,۱	۲,۵	٤۰	٤۰۷,۰۰۰,۰۰۰	٤۰۷,۰۰۰,۰۰۰
۲	هزینه حمل کل مخزن ها تا محل پروژه					۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۳	هزینه نصب و راه اندازی همه دستگاه ها					۵۰,۰۰۰,۰۰۰	۵۰,۰۰۰,۰۰۰

جدول۴-۲۳: هزینه‌های خرید، حمل و نقل، نصب و راه‌اندازی سپتیک تانک‌ها

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۲۳ هزینه‌های خرید، حمل و نقل، نصب و راه‌اندازی سپتیک‌تانک‌های مورد نیاز دانشگاه جهت انجام طرح است که از شرکت پایپ گستر تهیه شده است. کل هزینه‌ی خرید، حمل و نقل، نصب و راه‌اندازی دستگاه‌ها ۱۰۸۳۰۰۰۰۰ تومان است. عمر مفید این دستگاه‌ها حداقل ۵۰ و حداکثر تا ۱۰۰

سال است اما با توجه به گارانتی ۵۰ ساله‌ی سپتیک‌تانک‌های پلی‌اتیلن شرکت پایپ گستر عمر مفید طرح در این پژوهش ۵۰ سال در نظر گرفته شده است. با توجه به مشخصات دستگاه‌ها در قسمت بعد به هزینه‌های دیگر مورد نیاز پرداخته شده است.

۴-۵-۱-سایر هزینه‌ها

۴-۵-۱-۱-هزینه لوله‌کشی

قیمت لوله‌های مورد نیاز برای انجام طرح از فهرست بهای واحد پایه شبکه جمع‌آوری و انتقال فاضلاب مربوط به رسته مهندسی آب در سال ۱۳۹۷ استخراج شده است و برای هر دانشکده به صورت قیمت واحد لوله(هرمتر) ضرب در متراژ لوله‌ی مورد نیاز به صورت زیر محاسبه شده است.

۱- هزینه لوله کشی از سرویس‌ها و آب سردکن‌ها تا سپتیک تانک دانشکده مدیریت

$$\text{هزینه لوله‌کشی}_{\text{مدیریت}} = \text{متراژ لوله‌ی‌موردنیاز}_{\text{مدیریت}} * \text{قیمت واحد لوله} = 62\text{متر} * 19650\text{ت} = 1218300\text{ت}$$

۲- هزینه لوله کشی از سرویس‌ها و آب سردکن‌ها تا سپتیک تانک دانشکده معدن

$$\text{هزینه لوله‌کشی}_{\text{معدن}} = \text{متراژ لوله‌ی‌موردنیاز}_{\text{معدن}} * \text{قیمت واحد لوله} = 39\text{متر} * 19650\text{ت} = 766350\text{ت}$$

۳- هزینه لوله کشی از سرویس‌ها و آب سردکن‌ها تا سپتیک تانک دانشکده شیمی

$$\text{هزینه لوله‌کشی}_{\text{شیمی}} = \text{متراژ لوله‌ی‌موردنیاز}_{\text{شیمی}} * \text{قیمت واحد لوله} = 35\text{متر} * 19650\text{ت} = 687750\text{ت}$$

۴- هزینه لوله کشی از سرویس‌ها و آب سردکن‌ها تا سپتیک تانک دانشکده علوم زمین

$$\text{هزینه لوله‌کشی}_{\text{علوم زمین}} = \text{متراژ لوله‌ی‌موردنیاز}_{\text{علوم زمین}} * \text{قیمت واحد لوله} = 34 * 19650\text{ت} = 668100\text{ت}$$

۵- هزینه لوله کشی از سرویس‌ها و آب سردکن‌ها تا سپتیک تانک دانشکده تربیت بدنی

$$\text{هزینه لوله‌کشی}_{\text{تربیت‌بدنی}} = \text{متراژ لوله‌ی‌موردنیاز}_{\text{تربیت‌بدنی}} * \text{قیمت واحد لوله} = 22\text{متر} * 19650\text{ت} = 432300\text{ت}$$

۶- هزینه لوله کشی از سرویس‌ها و آب سردکن‌ها تا سپتیک تانک دانشکده فیزیک و معماری

$$\text{هزینه لوله‌کشی}_{\text{معماری‌فیزیک}} = \text{متراژ لوله‌ی‌موردنیاز}_{\text{معماری‌فیزیک}} * \text{قیمت واحد لوله} = 27\text{متر} * 19650\text{ت} = 530550$$

۷- هزینه لوله کشی از سرویس‌ها و آب سردکن‌ها تا سپتیک تانک خوابگاه برادران

هزینه لوله‌کشی خوابگاه = متراژ لوله‌ی‌موردنیاز * قیمت واحد لوله = 19650 * ت597 متر = ت11731050

کل هزینه‌ی لوله کشی از قسمت‌های مختلف هدررفت آب به سپتیک هر بخش در دانشگاه برابر با ۱۶۰۳۴۴۰۰ تومان است.که با لوله‌های پلی‌اتیلن فاضلابی به قطر ۲۰۰ میلی‌متر و به قیمت پایه هر متر ۱۹۶۵۰ تومان اندازه گیری شده است.

۴-۵-۱-۲-هزینه حفاری

با توجه به ابعاد سپتیک تانک هر قسمت از دانشگاه هزینه حفاری در هر بخش متفاوت از سایر بخش-ها است. بر اساس استاندارد نصب و حفاری این دستگاه‌ها که در فصل های قبل به آن پرداخته شد، ابعاد گودال مورد نیاز برای هر سپتیک از هر طرف یک متر بیش‌تر از ابعاد سپتیک باید در نظر گرفته شود. با توجه به این نکته و قیمت واحد حفاری که در فهرست بهای واحد پایه رشته شبکه‌ی جمع-آوری فاضلاب در سال ۹۷ ذکر شده است. هزینه حفاری هر دانشکده و خوابگاه بدست آمده است. که در جدول ۲۴ نشان داده شده است.

ساختمان	حجم حفاری مورد نیاز			هزینه (تومان)
	طول(متر)	قطر(متر)	حجم(مترمکعب)	
مدیریت	۶	۲.۶	۴۰.۵۶	۱۶۶۱۷۴۳.۲
معدن	۴.۳	۲.۴	۲۴.۷۶	۱۰۱۴۴۱۷.۲
شیمی	۴.۳	۲.۴	۲۴.۷۶	۱۰۱۴۴۱۷.۲
علوم زمین	۴.۳	۲.۴	۲۴.۷۶	۱۰۱۴۴۱۷.۲
تربیت بدنی	۴.۳	۲.۴	۲۴.۷۶	۱۰۱۴۴۱۷.۲
معماری، فیزیک	۴.۳	۲.۴	۲۴.۷۶	۱۰۱۴۴۱۷.۲
خوابگاه	۹.۱	۳.۵	۱۱۱.۴۷	۴۵۶۶۹۲۵.۹
جمع	۳۶.۶	۱۸.۱	۲۷۵.۸۳	۱۱۳۰۰۷۵۵.۱

جدول۴-۲۴: هزینه‌های حفاری برای دفن سپتیک تانک‌ها

منبع: یافته‌های پژوهش

هزینه‌ی حفاری به ازای هر متر مکعب با عمق بین ۲ تا ۴ متر بر اساس اطلاعات شبکه‌ی جمع‌آوری فاضلاب ۴۰۹۷۰ تومان است. کل هزینه حفاری سپتیک تانک‌های دانشگاه ۱۱۳۰۰۷۵۵ تومان بدست آمده است. با جمع هزینه‌های خرید،انتقال،نصب، راه اندازی، لوله‌کشی و حفاری، کل هزینه مورد نیاز طرح ۱۳۵۶۳۴۹۵۳ تومان است.

۴-۵-۱-۳-هزینه‌های پیش‌بینی نشده احتمالی

به ازای هر بخش در دانشگاه یعنی دانشکده‌ها و خوابگاه هر کدام ۱۰۰۰۰۰۰ تومان به عنوان سایر هزینه‌های محاسبه نشده در نظر می‌گیریم یعنی ۷۰۰۰۰۰۰ تومان برای کل دانشگاه، تا خطای احتمالی در خصوص اعمال نکردن هر گونه هزینه‌ای را پوشش دهد. با این وجود ارزش حال کل هزینه‌ی مورد نیاز طرح به ۱۴۲۶۳۴۹۵۳ تومان می‌رسد.

۴-۵-۱-۴-هزینه‌های نگهداری

با توجه به گارانتی ۵۰ ساله‌ی دستگاه‌ها تنها هزینه‌ی نگهداری پیش‌بینی شده هزینه‌ی تخلیه دستگاه‌ها است که به طور متوسط در هر ۲ تا ۵ سال می‌بایست انجام شود بر اساس آخرین نرخ مصوب اتحادیه مربوط به آن، به ازای تخلیه هر سپتیک ۸۰۰۰۰ تومان است. کل هزینه تخلیه سپتیک‌تانک‌های دانشگاه بر حسب تعریف هر دو سال یکبار ۵۶۰۰۰۰ تومان است. بعد از بدست آمدن کل سرمایه مورد نیاز طرح، در قسمت‌های بعدی به تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی و صرفه اقتصادی استفاده از این طرح برای دانشگاه پرداخته شده است.

۴-۶- محاسبه‌ی ارزش خالص فعلی(NPV)

با توجه به اینکه کل سرمایه مورد نیاز طرح و کل فایده و ارزش حال فایده‌ها به قیمت‌های سال پایه در نظر گرفته شده است، این قسمت نیازی به استفاده از نرخ تنزیل ندارد و تنها هزینه نگهداری طرح که شامل تخلیه دستگاه‌ها هر دو سال یکبار در طی عمر طرح است شامل نرخ تنزیل بانکی ۱۵ درصد می‌باشد. NPV در این پژوهش با توجه به توضیحات داده شده و عمر طرح ۵۰ سال طبق گارانتی دستگاه‌ها و با فرض صفر بودن ارزش اسقاط در پایان سال آخر به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\mathbf{NPV=\{(ارزش\ حال\ کل\ هزینه‌ها_(طول\ عمر\ طرح\ *\ ارزش\ حال\ فایده‌ها)_\{}\sum_{t=1}^{50}\left(\frac{\text{هزینه‌نگهداری}_t}{(1+0.15)^t}\right)$$

$$\text{NPV}=[(5986241*50)_142634953]_\left[\frac{0}{1.15}+\frac{560000}{1.15^2}+\frac{0}{1.15^3}+\frac{560000}{1.15^4}+\frac{0}{1.15^5}+\frac{560000}{1.15^6}+\right.$$
$$\left.\frac{0}{1.15^7}+\frac{560000}{1.15^8}+\frac{0}{1.15^9}+\frac{560000}{1.15^{10}}+\frac{0}{1.15^{11}}+\frac{560000}{1.15^{12}}+\frac{0}{1.15^{13}}+\frac{560000}{1.15^{14}}+\frac{0}{1.15^{15}}+\frac{560000}{1.15^{16}}+\right.$$

$$\frac{0}{1.15^{17}}+\frac{560000}{1.15^{18}}+\frac{0}{1.15^{19}}+\frac{560000}{1.15^{20}}+\frac{0}{1.15^{21}}+\frac{560000}{1.15^{22}}+\frac{0}{1.15^{23}}+\frac{560000}{1.15^{24}}+\frac{0}{1.15^{25}}+\frac{560000}{1.15^{26}}+$$
$$\frac{0}{1.15^{27}}+\frac{560000}{1.15^{28}}+\frac{0}{1.15^{29}}+\frac{560000}{1.15^{30}}+\frac{0}{1.15^{31}}+\frac{560000}{1.15^{32}}+\frac{0}{1.15^{33}}+\frac{560000}{1.15^{34}}+\frac{0}{1.15^{35}}+\frac{560000}{1.15^{36}}+$$
$$\frac{0}{1.15^{37}}+\frac{560000}{1.15^{38}}+\frac{0}{1.15^{39}}+\frac{560000}{1.15^{40}}+\frac{0}{1.15^{41}}+\frac{560000}{1.15^{42}}+\frac{0}{1.15^{43}}+\frac{560000}{1.15^{44}}+\frac{0}{1.15^{45}}+\frac{560000}{1.15^{46}}+$$
$$\frac{0}{1.15^{47}}+\frac{560000}{1.15^{48}}+\frac{0}{1.15^{49}}+\frac{560000}{1.15^{50}}\Big] = 154942278$$

طرح سرمایه گذاری وقتی قابل پذیرش است که ارزش خالص کنونی آن برابر یا بزرگتر از صفر باشد. ارزش خالص کنونی این طرح ۱۵۴۹۴۲۲۷۸ تومان است، لذا بر حسب تعریف این طرح پذیرفته است. تحلیل حساسیت در مورد انجام این طرح با عمر ۴۰ سال به صورت زیر است.

$$\text{NPV= \{ارزش حال کل هزینه‌ها_(40 * ارزش حال فایده‌ها)\}_}\sum_{t=1}^{40}\left(\frac{\text{هزینه‌نگهداری}_t}{(1+0.15)^t}\right) = 95084745$$

این عدد یعنی این طرح با عمر ۴۰ سال هم قابل توجیه است. تحلیل حساسیت انجام طرح با عمر ۳۰ سال به صورت زیر است.

$$\text{NPV= \{ارزش حال کل هزینه‌ها_(30 * ارزش حال فایده‌ها)\}_}\sum_{t=1}^{30}\left(\frac{\text{هزینه‌نگهداری}_t}{(1+0.15)^t}\right) = 35242075$$

این طرح با عمر ۳۰ سال هم قابل اجراست. تحلیل حساسیت انجام طرح با عمر ۲۵ سال به صورت زیر است.

$$\text{NPV= \{ارزش حال کل هزینه‌ها_(25 * ارزش حال فایده‌ها)\}_}\sum_{t=1}^{25}\left(\frac{\text{هزینه‌نگهداری}_t}{(1+0.15)^t}\right) = 5345304$$

با عمر ۲۵ سال نیز این طرح قابل اجراست. تحلیل حساسیت انجام طرح با عمر ۲۴ سال به صورت زیر است.

$$\text{NPV= \{ارزش حال کل هزینه‌ها_(24 * ارزش حال فایده‌ها)\}_}\sum_{t=1}^{24}\left(\frac{\text{هزینه‌نگهداری}_t}{(1+0.15)^t}\right) = -640937$$

این طرح بدلیل منفی شدن NPV در ۲۴ سال طول عمر توجیه اقتصادی ندارد. و با توجه به تحلیل حساسیت انجام شده با کاهش عمر طرح تا ۲۵ سال طرح توجیه اقتصادی خواهد داشت و قابل

اجراست. تحلیل حساسیت انجام طرح با افزایش نرخ بهره از ۱۵ درصد به ۲۰ درصد به صورت زیر است.

$$\text{NPV= }\{\text{(ارزش حال کل هزینه‌ها_(50 * ارزش حال فایده‌ها)}\}_\sum_{t=1}^{50}\left(\frac{\text{هزینه‌نگهداری}_t}{(1+0.2)^t}\right) = 155403244.4$$

این طرح با لحاظ نرخ بهره ۲۰ درصد نیز قابل اجراست. افزایش نرخ بهره باعث افزایش ارزش خالص فعلی می‌شود با توجه به این مورد تحلیل حساسیت انجام طرح با نرخ بهره صفر به صورت زیر است.

$$\text{NPV= }\{\text{(ارزش حال کل هزینه‌ها_(50 * ارزش حال فایده‌ها)}\}_\sum_{t=1}^{50}\left(\frac{\text{هزینه‌نگهداری}_t}{(1+0)^t}\right) = 142677097$$

با نرخ بهره صفر نیز این طرح قابل اجراست. تحلیل حساسیت در مورد افزایش قیمت آب به میزان ۵ درصد برای دانشگاه به صورت زیر است.

$$\text{NPV= }\{\text{(ارزش حال کل هزینه‌ها_(50 * ارزش حال فایده‌ها)}\}_\sum_{t=1}^{50}\left(\frac{\text{هزینه‌نگهداری}_t}{(1+0)^t}\right) = 169907878$$

با افزایش قیمت آب، ارزش خالص فعلی افزایش می‌یابد. تحلیل حساسیت افزایش هزینه‌های انجام طرح به میزان ۵ درصد به صورت زیر است.

$$\text{NPV= }\{\text{(ارزش حال کل هزینه‌ها_(50 * ارزش حال فایده‌ها)}\}_\sum_{t=1}^{50}\left(\frac{\text{هزینه‌نگهداری}_t}{(1+0)^t}\right) = 147810530.35$$

با افزایش ۵ درصدی هزینه ها طرح قابل اجراست. تحلیل حساسیت افزایش هزینه ها به میزان۱۰ و ۲۰ درصد نیز قابل اجرا بودن طرح را تایید می‌کند. تحلیل حساسیت قابل اجرا بودن طرح در صورت افزایش ۱۰ درصدی تورم در هر سال از اجرای طرح به این صورت است که افزایش قیمت ها تنها روی هزینه های نگهداری تاثیر می‌گذارد و به صورت زیر است.

$$\text{NPV= }\{\text{(ارزش حال کل هزینه‌ها_(50 * ارزش حال فایده‌ها)}\}_\sum_{t=1}^{50}\left(\frac{\text{هزینه‌نگهداری}_t}{(1+0)^t}\right) = 151824115$$

افزایش ۱۰ درصدی تورم در هر سال از طرح ارزش خالص فعلی طرح را کاهش داد اما طرح قابل اجرا است. تحلیل حساسیت افزایش تعداد دانشجویان به گونه ای است که با افزایش ۱۰ درصدی تعداد دانشجویان مصرف آب روزانه به میزان ۸۵۷,۴ لیتر، مصرف هفتگی ۶۰۰۱,۶ لیتر، مصرف ماهانه ۲۵۷۲۲ لیتر و مصرف سالانه ۲۱۱۷۷,۸ لیتر افزایش می‌یابد. به دنبال افزایش مصرف آب هزینه های مصرف نیز افزایش می‌یابد و این میزان افزایش به ترتیب روزانه، هفتگی، ماهانه و سالانه، ۴۲۸۷، ۳۰۰۰۸، ۱۲۸۶۰۰، ۱۰۵۸۸۸۹ تومان است(قیمت آب تنها در این بخش به قیمت آزاد ۵۰۰۰ تومان به ازای هرمترمکعب مصرف محاسبه شده است). تغییر این متغیر باعث افزایش ارزش حال فایده‌ها به میزان ۹۸۵۶۸۰ تومان می‌شود با توجه به این مورد NPV افزایش یافته و به ۲۰۴۲۲۶۲۷۸ می‌رسد. لازم به ذکر است که با توجه به رویکرد محافظ کارانه در انجام این پژوهش تحلیل حساسیت بدون در نظر گرفتن ارزش اسقاط دستگاه‌ها انجام شده است همچنین قیمت آب نیز به پایین ترین قیمت لحاظ شده است.

۴-۷- محاسبه‌ی نسبت فایده به هزینه(BCR)

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t}} = 2.09$$

بنا به تعریف در فصل ۳ اگر نسبت فایده به هزینه بزرگ‌تر از یک باشد، در آن صورت ارزش حال فایده‌ها به ازاء نرخ تنزیل مورد استفاده بیشتر از ارزش حال هزینه‌ها خواهد بود. در این شرایط و با نسبت فایده به هزینه‌ی 2.09 مخارج اولیه به اضافه سرمایه اولیه در این طرح برگشت داده می‌شود. با انجام تحلیل حساسیت روی عمر طرح، نرخ بهره، قیمت آب، نرخ تورم، افزایش هزینه‌های بازیافت آب و افزایش تعداد دانشجویان، در همه‌ی موارد مورد اشاره این نسبت نشان از پوشش هزینه‌های طرح دارد.

۴-۸-تعیین دوره بازگشت سرمایه

دوره بازگشت سرمایه این طرح از تقسیم کل سرمایه مورد نیاز یعنی ۱۴۲۶۳۴۹۵۳ تومان بر متوسط جریان نقدی سالانه طرح که همان هزینه‌های آب‌های هدررفتی کل دانشگاه یعنی ۵۹۸۶۲۴۱ تومان در یک سال می‌باشد، بدست می‌آید و برابر ۲۳,۸۲ است. یعنی کل هزینه این طرح بعد از ۲۳ سال برگشت داده می‌شود(با توجه به رویکرد محافظ کارانه). تحلیل حساسیت دوره بازگشت سرمایه به این گونه است که با افزایش ۱۰ درصدی دانشجویان دوره بازگشت سرمایه به ۲۰,۴۵ سال کاهش می‌یابد. همچنین افزایش قیمت آب دوره بازگشت سرمایه را کاهش می‌دهد. با افزایش هزینه‌های بازیافت دوره بازگشت سرمایه افزایش می‌یابد. با توجه به محاسبات انجام شده افزایش یا کاهش نرخ تورم و نرخ بهره در این پژوهش روی دوره بازگشت سرمایه تاثیر ندارد.

۴-۹-تجزیه و تحلیل نتایج

فرضیه این پژوهش ارزش‌گذاری هزینه‌ی راه‌اندازی سیستم تصفیه‌آب‌های هدررفتی و استفاده مجدد از این منبع و مقایسه آن با کاهش هزینه‌های ناشی از استفاده این سیستم می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده در این فصل تمامی شاخص‌های ارزیابی طرح‌های اقتصادی اعم از ارزش فعلی خالص و نسبت هزینه به فایده، به صرفه بودن استفاده از سپتیک تانک را برای دانشگاه مشخص کرده است. بازدهی نسبت به مقیاس این طرح به دلیل پوشش دادن هزینه‌های انجام شده در مورد طرح، نسبت فزاینده دارد.

۴-۱۱-خلاصه فصل

در این فصل میزان مصرف آب و همچنین میزان هدررفت آب در دانشگاه محاسبه شد. هزینه‌های مصرف و هدررفت آب در هر بخش مشخص شد و مورد بررسی قرار گرفت. از مقایسه متوسط مصرف آب با متوسط هدررفت آب در دانشگاه به این نتیجه حاصل شد که هدررفت آب بسیار بالاست. سپس راهکاری برای بازگردانی این منبع هدررفته و استفاده مجدد از آن ارائه شد. هزینه‌های مورد نیاز این راهکار شناسایی شد و درآمدهای حاصل از انجام آن نیز مشخص گردید. با استفاده از شاخص‌هایی

برای ارزیابی اقتصادی این طرح مشخص شد که انجام دادن آن بر انجام ندادن آن ارجحیت دارد. در ادامه به تحلیل اقتصادی و اهمیت اجرای این طرح پرداخته شد.

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱-مقدمه

در این پژوهش با محاسبه انواع مصرف آب در هر بخش از دانشگاه صنعتی شاهرود میزان کل مصرف آب را بدست آوردیم، سپس با انجام آزمایش‌هایی درصد هدررفت آب در هر بخش از مصرف را محاسبه و کل هدررفت بر اساس تعداد حضور دانشجویان جهت مصرف آب را بدست آوردیم، هزینه‌ی آب‌های هدررفتی را مشخص کرده و برای استفاده مجدد از آن دستگاه‌های تصفیه کننده‌ای در نظر گرفتیم. سپس با برآورد کل سرمایه‌ی مورد نیاز برای انجام این طرح و انجام تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی به این نتیجه رسیدیم که استفاده مجدد از آب‌های هدررفتی در دانشگاه توجیه اقتصادی دارد و کاملا به صرفه است همچنین بازده نسبت به مقیاس دانشگاه در مورد استفاده از مخازن به دلیل پوشش داده شدن سرمایه مورد نیاز طرح، فزاینده بدست آمد. در این فصل فرضیه پژوهش یک بار دیگر بیان شده است و سپس پیشنهادات و تنگناهای پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است در پایان هم به جمع بندی این پژوهش پرداخته شده است.

۵-۲-نتایج سوالات تحقیق

۱- آیا استفاده از مخازن ذخیره‌ساز و تصفیه‌کننده‌ی آب موجب کاهش هزینه‌های آب مصرفی دانشگاه می‌شود؟

۲- استفاده از مخازن ذخیره ساز و تصفیه کننده آب توجیه اقتصادی دارد یا خیر؟

با توجه به محاسبات انجام شده در فصل چهارم و بررسی شاخص‌های ارزیابی طرح‌های اقتصادی و همچنین تحلیل حساسیت به این نتیجه رسیدیم که استفاده از مخازن ذخیره‌ساز و تصفیه‌کننده آب برای بازگردانی آب‌های هدررفتی توجیه اقتصادی دارد و حتی می‌توان این طرح را برای طول عمر کمتر از ۵۰ سال نیز انجام داد. اگر از مخازن ذخیره‌ساز و تصفیه‌کننده آب‌های هدررفتی استفاده شود دانشگاه می‌تواند از یک منبع جدید آب بهره ببرد و با استفاده از آن مصرف آب دانشگاه در زمینه‌های مختلف کاهش می‌یابد به گونه‌ای که دانشگاه برای مصارفی از قبیل شست وشوی معابر، شست‌وشوی راهرو و سرویس خوابگاه‌ها(که هر هفته انجام می‌شود و میزان استفاده از آب مشخص نیست اما زیاد

است)، آبیاری فضای سبز دانشگاه، آبیاری چمن مجموعه ورزشی دانشگاه، آب مورد نیاز برای استفاده از کلیه کولرهای آبی و سایر مصارف غیر شرب، نیازی به خرید آب ندارد و مصرف آب دانشگاه به طرز چشم‌گیری کاهش می‌یابد. نکته‌ی قابل تامل این است که برای مصارفی که ذکر شد در دانشگاه از آب شرب استفاده می‌شود. همچنین با وجود استفاده از این منبع در داخل دانشگاه، می‌توان با فروش آب تصفیه شده(برای مصارف مشابهی که در دانشگاه ذکر شد)، به سایر دانشگاه‌ها، موسسات و ارگان‌های دولتی وغیردولتی، شهرداری شاهرود، وزارت نیرو و ... برای دانشگاه درآمد کسب کرد. کما اینکه هدف این پژوهش علاوه بر جنبه اقتصادی، جنبه‌های دیگری نیز دارد از جمله مبحث زیست محیطی که امروزه از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از مزایای خاموش و در عین حال بسیار با اهمیت اجرای این طرح فایده آن برای محیط زیست دانشگاه و کمک به آلوده نشدن آب‌های زیرزمینی و در نهایت محیط زیست کشور است. در راستای شعار دانشگاه که به عنوان دانشگاه سبز شناخته شده و از این حیث در بین دانشگاه‌های کشور در رتبه هفتم قرار دارد این طرح می‌تواند رتبه‌ی دانشگاه را تا حد بسیار زیادی ارتقا بخشد.

۵-۳-پیشنهادات

۵-۳-۱-پیشنهادات کاربردی

۱-دولت می بایست با تخصیص وام‌های با بهره کم شرایط ایجاد این طرح‌ها را در دانشگاه‌های دولتی و خصوصی، فراهنم نماید. بازپرداخت این وام‌ها می‌تواند از محل درآمدهای طرح صورت پذیرد.

۲-کمک های بلاعوض و پشتیبانی دولت بخصوص سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و همچنین وزارت نیرو در خصوص ایجاد بستری برای انجام شدن راحت‌تر این طرح‌ها در مورد دانشگاه‌ها به گونه‌ای که برای تمامی دانشگاه‌ها و موسسات آموزشی واجد شرایط ایجاد طرح، دستگاه‌های تصفیه کننده آب به قیمت پایین‌تری از قیمت بازار خریداری شود. مطمئنا هر چه زمینه کار وسیع‌تر باشد تعداد دستگاه‌ها بیش‌تر می‌شود و با افزایش تقاضا در مورد خرید سپتیک تانک یک رقابت بین شرکت‌های تولیدکننده

آن ایجاد می‌شود و شرکت‌ها سعی بر تولید و عرضه دستگاه‌هایی با بهترین کیفیت و کم‌ترین قیمت برمی‌آیند.

۳-ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی در کشور برای بررسی عملکرد و میزان هدررفت آب سایر دستگاه‌های اجرایی و موسسات آموزشی برای رتبه‌بندی میزان هدررفت و رتبه‌بندی مناسب از نظر ارجحیت انجام طرح در بخش‌های مختلف.

۴-ایجاد تشکیلات مناسب در وزارت نیرو برای ساماندهی طرح‌های مربوط به کاهش مصرف آب و انتخاب بهترین طرح‌ها با استفاده از شاخص‌های ارزیابی طرح‌های اقتصادی.

۵-نهادینه شدن امر برنامه ریزی در سازمان مدیریت و برنامه ریزی با تشکیل منظم ستاد برنامه و ستاد نظارت به منظور تخصیص واقعی اعتبارات به بخش خرید آب‌های بازگردانی شده به چرخه مصرف از موسسات و دانشگاه‌های عرضه کننده‌ی این منبع و استفاده از آن در مصارف غیرشرب کشور، این کار سرانه مصرف آب‌های تجدیدشونده کشور را تا حد بسیار زیادی کاهش می‌دهد و از بروز بحران‌های احتمالی در آینده در مورد کمبود آب جلوگیری می‌کند.

۵-۳-۲-پیشنهادات پژوهشی

با توجه به اینکه زمینه‌ی تحقیقاتی این پژوهش دانشگاه صنعتی شاهرود است و با انجام تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی، انجام طرح استفاده از دستگاه‌های سپتیک تانک این دانشگاه، کاهش مصرف آب و کاهش هزینه‌های مصرف آب را منجر شد. به کارشناسان، دانش‌پژویان و مهندسین سایر دانشگاه-های کشور و حتی سایر ارگان‌ها پیشنهاد می‌شود که به برنامه‌ریزی و پژوهش در مورد این موضوع در محل تحصیل یا محل کار و یا محل زندگی خود بپردازند.

۵-۳-۳-پیشنهادات برای صرفه جویی در مصرف آب

برای صرفه‌جویی در مصرف آب به عزم ملی و فرهنگ‌سازی در این زمینه به صورت گسترده نیاز است. یکی دیگر از موارد صرفه‌جویی در مصرف آب استفاده از تکنولوژی‌های جدید شیرآلات و سردوش‌های الکترونیکی و دارای چشمی خودکار و همچنین زمانداراست که مصرف آب و هدررفت آب را کاهش

می‌دهد. در زمینه فرهنگ سازی اقدامات متعددی از قبیل چاپ اطلاعیه‌هایی در زمینه کمبود آب، قراردادن قوانین پرداخت شهریه بیش‌تر یا پرداخت هزینه آب به ازای مصرف بیش از حد آب برای دانشجویان، تغییر در نوع نگرش در مورد مصرف آب و پرهیز از استفاده‌های غیرضروری می‌توان انجام داد.

۵-۴-تنگنا های پژوهش

محدودیت‌هایی که در اجرای پژوهش وجود داشته و در تعبیر و تفسیر نتایج پژوهش و قابلیت تعمیم آن بایستی مورد ملاحظه قرار گیرد، شامل مشکلاتی از قبیل دسترسی به کتب، مجلات، آمار، بانک های اطلاعاتی و.... می‌باشد. در این پژوهش علاوه بر این تنگناها مشکل دسترسی نداشتن به میزان مصرف آب برخی بخش‌هاست. مصارفی چون آب مصرفی کولرهای آبی، آب مصرفی در خصوص شست‌وشوی معابر و راهروهای خوابگاه‌ها، آب مصرفی در آبیاری فضای سبز و ... . که اگر بر مصرف این آب‌ها درجه و یا واحدی برای اندازه‌گیری لحاظ شده بود تحلیل نتایج با دقت و جزییات بیش‌تری انجام می‌شد.

۵-۵- جمع بندی پژوهش

در این پژوهش به کلیات پژوهش از جمله طرح پژوهش و بیان مساله، بیان ضرورت و اهمیت تحقیق، نوآوری، قلمرو تحقیق، جامعه آماری، روش و ابزار جمع‌آوری داده‌ها و همچنین چگونگی انجام تحقیق توضیح داده شد و به اهمیت استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و خاکستری پرداخته شده است. سپس در ادبیات اقتصادی مفاهیم ارزش و اهمیت اقتصادی آب مورد بررسی قرار گرفته و سپس به مقایسه‌ی شاخص‌های بهروری آب و سرانه مصرف آب و ... بین ایران و سایر کشورهای خاورمیانه پرداخته شده است. در ادامه به تعریف آب خاکستری و مزایای استفاده از آن اشاره شده است. مخازن ذخیره و تصفیه کننده آب را توضیح داده و انواع آن را معرفی کرده‌ایم. همچنین به بررسی تجربی سایر کشورها پرداختیم و پاره‌ای از مقالات و گزارشات مرتبط و نتایج فعالیت‌های پژوهشی در جهان و ایران مورد توجه قرار گرفته است. در ادامه میزان مصرف آب و همچنین میزان هدررفت آب در

دانشگاه محاسبه شد. هزینه‌های مصرف و هدررفت آب در هر بخش مشخص و مورد بررسی قرار گرفت. از مقایسه متوسط مصرف آب با متوسط هدررفت آب در دانشگاه به این نتیجه رسیدیم که هدررفت آب بسیار بالاست. سپس با ارائه راهکاری به دنبال بازگردانی این منبع هدررفته و استفاده مجدد از آن برآمدیم. هزینه‌های مورد نیاز این راهکار شناسایی شد و درآمدهای حاصل از انجام آن نیز مشخص گردید. با استفاده از شاخص‌های پویا برای ارزیابی اقتصادی این طرح مشخص شد که انجام دادن آن به صرفه است. در پایان با انجام تجزیه و تحلیل اقتصادی به اهمیت اجرای این طرح مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که این موضوع مختص استفاده از دانشگاه‌ها نیست و این طرح را می‌توان با برنامه‌ریزی و مطالعه‌ی دقیق در مورد یک خانوار تا یک شهر، یک واحد یا یک مجتمع و سایر ارگان‌ها به عنوان مثال بیمارستان‌ها، فرودگاه‌ها، مراکز تفریحی و ... انجام داد.

پیوست

معرفی دانشگاه صنعتی شاهرود

این دانشگاه به‌عنوان اولین دانشگاه تأسیس‌شده در استان سمنان، هم‌اکنون با بیش از ۱۱۷۰۰دانشجو و ۲۹۱ عضو هیئت علمی، دارای بیشترین دانشجوی فنی‌مهندسی در استان سمنان است. ظرفیت پذیرش سالانه دانشجو در دانشگاه صنعتی شاهرود بیش از ۲۴۰۰ نفر است که جمعاً در ۱۴۶ رشته (۴۰ رشته در مقطع دکتری، ۷۶رشته در مقطع کارشناسی ارشد و ۳۰ رشته در مقطع کارشناسی) تحصیل می‌کنند. این دانشگاه دارای ۱۴ دانشکده و ۴ پردیس به نام‌های پردیس مرکزی، پردیس صنعت و فناوری‌های نوین، پردیس مهندسی کشاورزی و پردیس معدن آموزشی می‌باشد که در زمینی به مساحت بالغ بر ۱۸۲ هکتار گسترده شده‌اند. ریاست دانشگاه صنعتی شاهرود هم‌اکنون برعهده دکتر محمد مهدی فاتح استاد تمام دانشکده مهندسی برق و رباتیک این دانشگاه می‌باشد. این دانشگاه تحت عنوان «مدرسه عالی معدن» در سال ۱۳۵۲ با یک رشته کاردانی استخراج زغال سنگ با سرمایه و مدیریت بخش خصوصی تأسیس شد. مدرسه عالی معدن شاهرود در سال ۱۳۵۴ تحت پوشش وزارت صنایع و معادن درآمد و در سال ۱۳۶۱ از تابعیت آن وزارتخانه خارج شد و مدیریت آن به وزارت فرهنگ و آموزش عالی واگذار گردید. در سال ۱۳۶۶ با ایجاد رشته‌های مهندسی معدن و اضافه شدن دوره‌های کاردانی عمران و برق به «مجتمع آموزش عالی شاهرود» تبدیل شد. در سال ۱۳۷۲ با موافقت شورای گسترش آموزش عالی، مجتمع آموزش عالی به «دانشگاه شاهرود» ارتقاء یافت. پس از آن با گسترش رشته‌ها و تحصیلات تکمیلی در سال ۱۳۸۱به «دانشگاه صنعتی شاهرود» ارتقا پیدا کرد. در مهر ۱۳۹۰ پردیس جدید این دانشگاه با عنوان «پردیس مهندسی و فناوری‌های نوین» با چهار دانشکده و دو خوابگاه دانشجویی آغاز به کار کرد. این پردیس در اردیبهشت ۱۳۹۱ و پس از گذشت ۲ ترم تحصیلی با حضور کامران دانشجو وزیر وقت علوم دولت دهم رسماً افتتاح شد. در سال ۱۳۸۹ نام دانشگاه، بدون تصویب شورای دانشگاه و هیئت امنا و صرفاً به خاطر راه‌اندازی برخی رشته‌های علوم انسانی، از «دانشگاه صنعتی شاهرود» به «دانشگاه شاهرود» تغییر یافت تا اینکه

در آذر ماه ۱۳۹۴ با تصویب شورای گسترش آموزش عالی نام دانشگاه مجدداً به «دانشگاه صنعتی شاهرود» تغییر یافت و به جمع دانشگاه‌های صنعتی کشور بازگشت(ویکی پدیا).

منابع

منابع داخلی

آقائی فرخ، ۱۳۹۴، راه‌کارهای طلایی کاهش مصرف آب، https://tosea.mui.ac.ir › sites › tosea.mui.ac.ir

ایزدی, امیراردلان و محسن میرشاهی، ۱۳۹۶، امکان سنجی استفاده از پسابها و آبهای برگشتی به عنوان یکی از منابع آب تجدید شونده، اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب، تهران، دانشگاه شهید بهشتی -انجمن آب و فاضلاب ایران، https://www.civilica.com/Paper-IWWA01-IWWA01_105.html

ایزدی مقدم, سمیه؛ محمد سهرابی؛ ابراهیم جاودان و آرش احمدیان، ۱۳۸۸، اهمیت بهینه سازی استفاده از فاضلاب خانگی در مصارف کشاورزی به منظور کاهش آلودگی منابع آبی و خاکی، همایش ملی الگوهای توسعه پایدار در مدیریت آب، مشهد، شرکت مهندسین مشاور مهاب ثامن، https://www.civilica.com/Paper-CSDPWM01-CSDPWM01_089.html

بخشوده، محمد، ۱۳۸۴، ارتباط کارایی مقیاس و بازده نسبت به مقیاس، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، پورتال جامع علوم انسانی www.ensani.ir › storage › Files

تابش, مسعود و سهیلا بیگی، ۱۳۹۵، بررسی نقش قیمت آب در توجیه اقتصادی طرح های کاهش آب بدون درآمد، مجله آب و فاضلاب ۲۸ (۱۰۷)، https://www.civilica.com/Paper-JR_WWJ-JR_WWJ-28-107_011.html

جمال فرد, سلمان و سید علی لدنی نژاد، ۱۳۹۷، مدیریت مصرف آب با بازگردانی آب خاکستری به چرخه مصرف، هفتمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران، یزد، دانشگاه یزد - انجمن علوم ومهندسی منابع آب ایران، https://www.civilica.com/Paper-WRM07-WRM07_153.html

حمدی احمد آباد, یاسر, لیاقت, عبدالمجید, رسول زاده, علی, قادرپور, رسول. (۱۳۹۸). بررسی روند سرانه مصرف آب در ایران براساس رژیم غذایی دو دهه گذشته. تحقیقات آب و خاک ایران, ۵۰(۱), ۷۷-۸۷. doi: 10.22059/ijswr.2018.246084.667795

خاکساری, نرگس؛ پریسا بهلولی و سیدمحمد موسوی، ۱۳۹۷، تصفیه آب خاکستری و کاربرد آن (مطالعه موردی: پکیج تصفیه آب خاکستری دانشگاه اصفهان)، دومین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران، اصفهان، انجمن آب و فاضلاب ایران-دانشگاه صنعتی اصفهان، https://www.civilica.com/Paper-NWWCE02-NWWCE02_175.html

دهقان چناری, محسن و محمدعلی صارمی نایینی، ۱۳۹۷، تصفیه آب های نامتعارف و استفاده از آن در مدیریت بحران آب در مناطق خشک، هفتمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران، یزد، دانشگاه یزد - انجمن علوم ومهندسی منابع آب ایران، https://www.civilica.com/Paper-WRM07-WRM07_369.html

رحیم پور, محبوبه و غلامرضا بهمن پوری، ۱۳۹۶، ارزیابی اقتصادی کاربرد پساب حاصل از آب خاکستری: مطالعه موردی شهرستان مرودشت، اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب، تهران، دانشگاه شهید بهشتی -انجمن آب و فاضلاب ایران، https://www.civilica.com/Paper-IWWA01-IWWA01_063.html

رزاقی بورخانی, فاطمه، ۱۳۸۸، بازچرخانی پساب ها ضرورتی برای حفاظت محیط زیست و دستیابی به توسعه پایدار، همایش ملی الگوهای توسعه پایدار در مدیریت آب، مشهد، شرکت مهندسین مشاور مهاب ثامن، https://www.civilica.com/Paper-CSDPWM01-CSDPWM01_032.html

روحانی فرحمند, اشکان و مصطفی تیز قدم غازانی، ۱۳۹۶، بررسی فنی و اقتصادی هزینه های استفاده از آب خاکستری در ساختمان های بلند مرتبه ایران، مجله آب و فاضلاب۲۸ (۱۰۹)، https://www.civilica.com/Paper-JR_WWJ-JR_WWJ-28-109_002.html

زارع مهرجردی, محمدحسین، ۱۳۹۷، مدیریت تقاضای آب، راهی بسوی توسعه پایدار کشور، هفتمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران، یزد، دانشگاه یزد - انجمن علوم ومهندسی منابع آب ایران، https://www.civilica.com/Paper-WRM07-WRM07_016.html

شادمانی, علیرضا و ایرج صالح، ۱۳۸۶، بررسی روشهای مورد استفاده در ارزیابی مالی و اقتصادی طرحهای سرمایه گذاری در بخش کشاورزی ایران، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد،

انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، https://www.civilica.com/Paper-IAEC06-IAEC06_043.html

شهرویی, کامران؛ محمدرضا مهرنیا؛ محمدعلی آرون و مسعود طبیبیان، ۱۳۹۵، سیستم های سپتیک تانک، مزایا و چالش های پیش رو در تصفیه ی فاضلاب، دومین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت محیط زیست، تهران، مرکز تحقیقات مهندسی محیط زیست مازندآب، https://www.civilica.com/Paper-EEMCONF02-EEMCONF02_030.html

سلیمانیان, الهام؛ نیوشا هدایتی و مصطفی تیزقدم، ۱۳۹۶، ارزیابی فنی و اقتصادی استفاده از آب خاکستری درایران وجهان، اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب، تهران، دانشگاه شهید بهشتی -انجمن آب و فاضلاب ایران، https://www.civilica.com/Paper-IWWA01-IWWA01_131.html

سازمان برنامه و بودجه، سند تفصیلی برنامه ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی بخش۱ ۱۳۹۵_۱۳۹۹

https://mporg.ir › FileSystem › View › File

طالبی, احسان و سجاد تمجیدی، ۱۳۹۶، مروری بر ویژگی های آب خاکستری در جهان و تاکید بر ضرورت بازیابی آن، اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب، تهران، دانشگاه شهید بهشتی -انجمن آب و فاضلاب ایران، https://www.civilica.com/Paper-IWWA01-IWWA01_126.html

محمدجانی اسماعیل، یزدانیان نازنین، ۱۳۹۳، تحلیل وضعیت بحران آب در کشور و الزامات مدیریت آن، فصلنامه روند، سال بیست و یکم، شماره های ۶۵ و ۶۶، صفحات ۱۱۷_۱۴۴، https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=236410

مستوری, رضا و اشرف احمدلو، ۱۳۹۷، بررسی قیمت آب در ایران ومنطقه ومقایسه با کشورهای منطقه با در نظر گرفتن شرایط تحریم های اقتصادی، بیست و سومین همایش ملی منطقه ای:چالش ها،بحران ها و فرصت های محیط زیست ایران، تهران، انجمن متخصصان محیط زیست ایران، https://www.civilica.com/Paper-IRSEN23-IRSEN23_018.html

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی؛ امور نظام فنی و اجرایی، ۱۳۹۷، فهرست بهای واحد پایه رشته شبکه جمع آوری و انتقال فاضلاب، رسته مهندسی آب، سال۱۳۹۷، چاپ اول، سازمان برنامه و بودجه کشور، مرکز اسناد، مدارک و انتشارات، تهران، ص۲۴ و ۳۶.

موحد, محمد، ۱۳۹۶، آب خاکستری، طرحها و روشها و استفاده بهینه از آب در راستای توسعه اقتصاد مقاومتی، اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب، تهران، دانشگاه شهید بهشتی -انجمن آب و فاضلاب ایران، https://www.civilica.com/Paper-IWWA01-IWWA01_108.html

میری, سیدمهدی؛ محمد میرباقری جم و محمود چهارطاقی، ۱۳۹۷، طرح توجیح اقتصادی استفاده مجدد از آب هدر رفتی در دانشگاه تربت حیدریه، در راستای بهبود عملکرد هزینه های آب مصرفی، سومین کنفرانس بین المللی مهندسی مکانیک و هوافضا، تهران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) - انجمن مهندسی حرارتی و برودتی ایران، https://www.civilica.com/Paper-MECHAERO03-MECHAERO03_141.html

میری, سید مهدی؛ محدثه هوشیار؛ محمد یداللهی و محمدرضا قریب، ۱۳۹۶، بازیافت فاضلاب ها و استفاده از آب خاکستری، مطابق الگوی مصرف صحیح و راه کارهای افزایش راندمان سیستم، دومین کنفرانس بین المللی مهندسی مکانیک و هوافضا، تهران، موسسه آموزش عالی نیکان، https://www.civilica.com/Paper-MECHAERO02-MECHAERO02_317.html

http://ehsansamsami.mihanblog.com/post/165

https://book-pub.ir/fa/post/rosh-thkik-midani-chist

https://fa.wikipedia.org

https://naabzist.com

https://naabzist.net

http://sayyadgolshan.blogfa.com/post/37

منابع خارجی

Arden, S., & Ma, X. (2018). Constructed wetlands for greywater recycle and reuse: a review. Science of The Total Environment, 630, 587-599.

Cipolla, S. S., Altobelli, M., & Maglionico, M. (2018). Decentralized water management: Rainwater harvesting, greywater reuse and green roofs within the GST4Water project. In Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings (Vol. 2, No. 11, p. 673)..

Eklund, O. C., & Tegelberg, C. (2010). Small-scale Systems for Greywater Reuse and Disposal. A case study in Ouagadougou. Departement of Energy and Technology, Swedish University of agricultural sciences, 136p.

Heger, S., Doro, J., Rutter, M. C., Gustafson, D., & Larson, S. (2019). Investigating Wastewater Reuse at MnDOT Truck Stations.

Katukiza, A. Y., Ronteltap, M., Niwagaba, C. B., Kansiime, F., & Lens, P. N. L. (2014). Grey water treatment in urban slums by a filtration system: Optimisation of the filtration medium. Journal of environmental management, 146, 131-141.

Li, F., Behrendt, J., Wichmann, K., & Otterpohl, R. (2008). Resources and nutrients oriented greywater treatment for non-potable reuses. Water Science and Technology, 57(12), 1901-1907.

Lim, G., & Kang, D. (2018). Economic analysis of reclaimed water reuse: a case study of Yongin-si water reuse. 한국수자원학회 논문집, 51(4), 323-334.

Penn, R., Schütze, M., & Friedler, E. (2013). Modelling the effects of on-site greywater reuse and low flush toilets on municipal sewer systems. Journal of environmental management, 114, 72-83.

Pinto, U., & Maheshwari, B. L. (2015). Sustainable graywater reuse for residential landscape irrigation–a critical review. Chinese Journal of Population Resources and Environment, 13(3), 250-264.

Ren, X., Zhang, Y., & Chen, H. (2019). Graywater treatment technologies and reuse of reclaimed water for toilet flushing. Environmental Science and Pollution Research, 1-11.

Wanjiru, E., & Xia, X. (2017). Optimal energy-water management in urban residential buildings through grey water recycling. Sustainable cities and society, 32, 654-668.

Wilson, A. (2006). Your green home: A guide to planning a healthy, environmentally friendly new home (Vol. 1). New society publishers.

Yu, Z. L., DeShazo, J. R., Stenstrom, M. K., & Cohen, Y. (2015). Cost–benefit analysis of onsite residential graywater recycling: a case study on the City of Los Angeles. Journal-American Water Works Association, 107(9), E436-E444.

https://data.worldbank.org

Abstract:

The purpose of this study was to investigate and present economic strategies to reduce water consumption in Shahroud University of Technology. The statistical population of this study is the water consumption of all faculties of Central Campus of Shahroud University of Technology as well as the Brothers Dormitory. In this study, the number of attendance and average water intake of students and faculty of each college and dormitory of brothers was obtained during one week, month and year. Types of water use have been identified in the university and, using field and laboratory data, the average consumption per person for each type of water use has been obtained. Based on the number of students and professors and the average water consumption in each ward, the water consumption of each college and dormitory of the brothers was calculated separately. The cost of water consumption is calculated in the above sections and an estimation of the amount of wastewater with the possibility of treatment and reuse is made, and then the cost of wastewater is calculated separately. In this study, by calculating and designing storage tanks and water purifiers separately for each faculty, as well as calculating the annual amount of water stored in the septic tank of each faculty and dormitory based on the annual loss of each department and the numerical sum All of the above is the total amount of water recovered and stored in the university repositories per year; multiplying this by the unit price of water reduces the cost of consuming water per year. By comparing the cost and cost of purchasing, installing and using a septic tank with an average annual campus water cost and considering the useful life of these devices, it has been observed that using this technology for a cost-effective university There is a lot of economics involved.

Keywords: Septic tank, Gray Water, Water Restoration, Economic efficiency, Shahrood University of Technology

Shahrood University of Technology
Faculty of Industrial Engineering and Management
M.Sc. Thesis in Economic System Planning

Investigation and Analysis of Economical solutions in order to water consumption reduction in Shahrood University of Technology

By:

Hossein Sabeti

Supervisor:

Dr. : Mahmood Rahimi

Advisor:

Dr. Abdolmajid Abdolbaghi

January 2020