



مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی با مشارکت خانوارها: نگرش های یک مطالعه در

مورد مصرف و مدیریت آب خانوار

نرگس حق جو سانجی^۱، حمیدرضا باغستانی^۲

^۱ کارشناسی ارشد حسابداری، شرکت آب و فاضلاب استان یزد، رییس حسابداری عمومی، یزد، ایران (نویسنده

مسئول)

Nhagh1361@gmail.com

^۲ کارشناسی ارشد مدیریت مالی، شرکت آب و فاضلاب استان یزد، رییس خدمات مشترکین، یزد، ایران

Hamidrezaa77@gmail.com

چکیده

آب زیرزمینی تنها منبع آب شرب، خانگی و نیازهای کشاورزی در منطقه جافنا در شمال سری لانکا است. با وجود این که چالش های پایداری برای این منبع آب زیرزمینی از لحاظ در دسترس بودن و کیفیت آب بطور گسترده در تحقیق کنونی مورد مطالعه قرار گرفته اند، شیوه های مدیریت و مصرف آب خانوار نادیده گرفته شده اند. بنابراین، این مطالعه سعی می کند تا الگوی مصرف و شیوه های مدیریت آب خانوار را به همراه مقایسه کارایی اقدامات مختلف مدیریت آب بر کاهش کمبود آب این منطقه را بررسی کند. داده های اولیه از طریق یک نظرسنجی پرسشنامه ای از ۱۴۲ خانوار متعلق به یک منطقه روستایی پرآب، یک منطقه روستایی کم آب، یک منطقه ساحلی و یک منطقه شهری جمع آوری شد. داده ها از لحاظ کمی و کیفی مورد تحلیل قرار گرفت. براساس نتایج، تفاوت آماری معناداری در میانگین سرانه مصرف میان مناطق مختلف مطالعه شده و میانگین مصرف یک فرد در جافنا، سری لانکا یعنی ۲۰۰ لیتر در هر روز وجود ندارد. همچنین، بعد خانوار و خانوارهای دارای منبع آب خود مهم ترین پیش بینی کننده های کل آب مصرف شده در یک خانوار هستند. علاوه بر این، بیش از نیمی از خانوارهای پاسخ دهنده بخاطر دسترسی مداوم به آب از طریق منبع آب خودشان در حفاظت آب مشارکت ندارند. تحلیل های بیشتر در مورد کارایی مداخلات مدیریت با استفاده از مدل سازی سیستم برنامه ریزی و ارزیابی آب (WEAP) در مورد کاهش نقص نشان داد که اگر الگوهای مصرف کنونی ادامه یابد، یک تقاضای ۵۱,۷ unmet میلیون متر مکعب آب در سال ۲۰۳۰ داریم. از سویی دیگر، با اجرای مداخلات مدیریتی، نظیر افزایش تخلیه مجدد، کاهش مصرف سرانه، داشتن منابع آب اضافی، کاهش آب بدون درآمد و نصب یک تصفیه خانه آب، می توان به تقاضای آب سال ۲۰۳۰ پاسخ داد.

کلیدواژه ها: جافنا، آب زیرزمینی، مصرف آب خانوار، مدیریت آب، مدل WEAP، تحلیل های سناریو.

۱. مقدمه

آب زیرزمینی آب یافت شده در زیر سطح زمین است، که در منافذ خاک و ترک های داخل تخته سنگ یافت شده است (مبنای آب زیرزمینی، ۲۰۱۸). در سطح جهان در حدود ۹۶ درصد آب غیرمنجمد شیرین دنیا برای مصرف بشر در قالب آب زیرزمینی در دسترس است. (گورلیک و ژنگ^۱، ۲۰۱۵؛ اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶؛ باتاچاریا و بودنسچوه^۲، ۲۰۱۶). آب زیرزمینی از ۶۰ تا ۱۰۰ درصد آب مناطق خشک و نیمه خشک دنیا را تأمین می کند. آب زیرزمینی پشتوانه رشد اقتصادی و اجتماعی مناطق شهری و روستایی در افریقا، آسیا، امریکای لاتین و کشورهای در حال توسعه را در ۷۱ درصد از استخراج جهانی آب زیرزمینی تشکیل می دهد (وینجن و همکاران، ۲۰۱۲). آب زیرزمینی تنها منبع تأمین آب در کشورهای نظیر دانمارک، مالت و عربستان و شهرهای کشورهای در حال توسعه نظیر جاکارتا، داکا، لیما و مکزیکوسیتی می باشد (یونسکو، ۲۰۰۴؛ سمپات، ۲۰۰۰).. در سطح جهانی، ۵۰ درصد از آب شرب و ۴۳ درصد از آب کشاورزی از آب زیرزمینی استخراج شده است. بطور کلی، آب زیرزمینی در رفاه بشر، رشد اقتصادی و کارکرد اکوسیستم ها نقش دارد (اسمیت^۳ و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، چون این آب در زیرزمین قرار دارد، شناخت این منبع توسط تصمیم گیرندگان و مردم در حد پایینی است و در مقایسه با آب سطحی، بخش چندانی از سیاست های مدیریت منابع آب را پوشش نداده است (گان، ۲۰۱۲، اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶).

رشد جمعیت، شهرنشینی و رشد اقتصادی عوامل اصلی اثرگذار در سطح جهانی بر آب زیرزمینی می باشند (گان، ۲۰۱۲؛ اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶). در واقع، در ۵ دهه گذشته میزان استخراج آب زیرزمینی سه برابر شده و هر سال ۱ تا ۲ درصد بطور مداوم افزایش می یابد. در برخی مکان ها فراتر از میزان بازیافت استخراج می شود. مناطقی که افزایش میزان برداشت، کاهش ذخیره سازی و افت سطح آب زیرزمینی مواجه هستند، متعلق به نقاطی می باشد که در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده اند. آبخوان هایی که کاهش زیادی را در سطح آب زیرزمینی داشتند در امریکای شمالی، اروپا و حوزه ایندوس، شمال چین و استرالیا مشاهده شده اند (گان، ۲۰۱۲، اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶؛ دیلون و همکاران، ۲۰۱۲). افزایش استخراج آب زیرزمینی در کل دنیا به پدیده انقلاب خاموش نسبت داده شده است، که در اوایل قرن ۲۰ شروع شده و تا به امروز ادامه دارد که طبق آن تصمیم کاربران فردی (عمدتا کشاورزان) بدون هیچ تصمیم گیری یا برنامه ریزی متمرکز به استخراج عظیم آب زیرزمینی در سطح جهانی نسبت داده شده است.

¹ -Gorelick and Zheng

² - Bhattacharya and Bundschuh,

³ - Smith



شکل ۱- سایت تحقیق

مسائل مهم مربوط به مدیریت آب زیرزمینی در کل دنیا عبارتند از بهره برداری بیش از آب زیر زمینی و تخریب کیفیت آن بخاطر آلودگی. این دو مسئله از عواملی نظیر دسترسی به فناوری پمپاژ و حفاری، رشد جمعیت، شهرنشینی، توسعه اقتصادی، صنعتی شدن، گسترش کشاورزی آبی و تغییر کاربری اراضی ناشی می شوند که به افزایش بهره برداری از منابع آب های زیرزمینی منجر می شوند (گورلیک و ژنگ^۴، ۲۰۱۵). استفاده بیش از حد و تخریب مستمر تأثیرات منفی روی دسترسی به آب شرب، کشاورزی مبتنی بر آبیاری و امنیت غذایی، معیشت کشاورزان، رشد اقتصادی مرتبط، انعطاف پذیری در برابر تغییر اقلیم و خدمات اکوسیستم که آب زیرزمینی ارائه می کند داشته است. همچنین، بر توانایی جوامع در مناطق خشک و نیمه خشک برای گذار موفق به زندگی بدون آب زیرزمینی تأثیر می گذارد. از طریق تضمین اقلیم سازگار با عرضه آب، مدیریت پایدار آب زیرزمینی در دست یابی به اهداف رشد پایدار مرتبط با امنیت غذایی، انرژی تجدیدپذیر، دسترسی به آب شرب، رشد صنعتی پایدار و شهرها کمک می کند (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶؛ باتاچاریا و بوندچو، ۲۰۱۶). حفاظت از آب زیرزمینی با توجه به تغییر اقلیم بخصوص برای مناطقی که منابع آب احتمالاً نادر هستند ضروری می باشد. چون آب زیر زمینی ظرفیت حفاظتی دارد و احتمالاً کمتر تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار دارد چون در زیر خاک و در حجم های بزرگی ذخیره شده است (گان، ۲۰۱۲؛ اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶).

چون آب زیرزمینی تنها منبع آب در جافنا می باشد، منبع آب زیرزمینی جافنا سری لانکا بخاطر مسائل کمی و کیفی با چالش های پایداری مواجه می شود. برداشت بیش از اندازه، سطح پایین آب مشاهده شده در طی دوره خشک، افزایش شوری و کمبود آب در مناطق ساحلی و مسائل مربوط به کیفیت، مانند افزایش شوری، سختی، غلظت نترات و آلودگی میکروبی، در ادبیات موجود در مورد منابع آب جافنا سری لانکا مورد تأکید قرار گرفته اند (میکوتان^۵ و همکاران، ۲۰۱۳).

⁴ - Gorelick and Zheng

⁵ - Mikunthan

؛ شانموگراجاه^۶، ۱۹۹۳؛ جاشوا و همکاران ، ۲۰۱۳؛ کومارا و همکاران ، ۲۰۱۳؛ آرولنسان و همکاران ، ۲۰۱۵). برخی مطالعات فقدان سیاست و عدم وجود مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی را در جافنا سری لانکا نشان داده اند (تارمندرا و سیواکومار^۸، ۲۰۱۶؛ ویل هورث و راجاسوریار^۹، ۲۰۱۰؛ سیواکومار ، ۲۰۱۵). با این حال ، هیچ اطلاعات و مطالعات پایه ای در مورد الگوی مصرف فعلی در سطح خانوار ، شیوه های مدیریت آب در سطح خانوار و درک خانوارها از مدیریت آب زیرزمینی وجود ندارد. از یک منظر مدیریت تقاضا محور برای مدیریت تلفیقی آب زیرزمینی ، شناخت مصرف آب خانوار و شیوه های مدیریتی آنها مهم هستند. علاوه بر این اطلاعات برای مدیریت کنش گرا جهت مدیریت پایدار منابع آب مهم می باشند. بنابراین ، هدف این تحقیق جمع آوری اطلاعات مربوط به الگوی مصرف آب در سطح خانوار (HH) در جافنا سری لانکا به همراه شناسایی عوامل مهم موثر بر مصرف آب و شیوه های مدیریتی اعمال شده یا قابل استفاده در سطح HH است. علاوه بر این، اثربخشی استفاده از مداخلات مدیریتی با در نظر گرفتن سناریوهای مختلف ارزیابی می شود.

۱،۱ محدوده مورد مطالعه

شبه جزیره جافنا در انتهای شمال شرقی سری لانکا قرار داشته و یکی از مناطق استان شمالی سری لانکا با مساحت ۱۰۲۱،۰۱ کیلومتر مربع می باشد. جمعیت جافنا در سال ۲۰۱۶ برابر ۶۲۲۷۰۹ نفر که یک سوم خانوارهای آن به فعالیت کشاورزی مشغول هستند. میانگین بارندگی سالیانه جافنا ۱۲۸۴ میلی متر می باشد که ۸۰ درصد آن در فصل ماها یعنی بین سپتامبر تا مارس می بارد و مابقی در فصل یالا یعنی از آوریل تا می می بارد. فصل خشک از ژوئن تا سپتامبر است . زمین جافنا ، سریلانکا مسطح است و بلندترین نقطه حدود ۱۰-۱۱ متر بالاتر از سطح متوسط دریا است. به دلیل این شرایط ، هیچ رودخانه و ذخیره گاه آبی در یافنا ، سریلانکا وجود ندارد (میکونتان و همکاران ، ۲۰۱۳). بنابراین آب زیرزمینی موجود در سفره آب زیرزمینی تنها منبع آب موجود برای نیازهای مختلف از جمله نیازهای خانگی ، کشاورزی و صنعتی است (شانموگراجاه ، ۱۹۹۳).

کشاورزان از پمپ های برقی یا دیزلی برای برداشت آب از چاه های حفاری شده در مزارع خود استفاده می کنند. به همین صورت ، بیشتر خانوارها آب را از چاه های حفاری شده یا چاه های لوله گذاری شده با استفاده از پمپ های دیزل یا برقی خیلی کارآمد بدست می آورند. با ۱۹۹۳۴ چاه کشاورزی ، تعداد کل چاه های حفر شده در شبه جزیره یافنا بیش از ۱۰۰۰۰۰ حلقه است. مطابق نظر شورای ملی تأمین آب و زهکشی (NWS & DB) ، ارائه دهنده اصلی خدمات برای تأمین آب خانگی در یافنا ، سریلانکا ، حدود ۵٪ از جمعیت از آب لوله کشی استفاده می کنند. سازمان آب تأمین کننده آبی است که از طریق گمانه ها و چاه های حفاری شده استخراج شده و از طریق کارخانه اسمزی معکوس برای خانوارهای

⁶ - Shanmugarajah

⁷ - Arulnesan

⁸ - Tharmendra and Sivakumar

⁹ - Villholth and Rajasooriyar

واقع در منطقه جافنا تولید شده است. در شبه جزیره جافنا تعداد مشترکان خانگی آب در طی چند سال بخاطر آلودگی و سهولت دسترسی خصوصاً در مناطق ساحلی افزایش یافت و به موازات آن فاصله و زمان انتقال آب کاهش یافت. چون بیشتر صنایع مانند نجاری و کارگاه های فلزات از نوع صنایع خشک هستند، صنایع و نهادهایی که به آب زیاد نیاز دارند حداقل می باشند و ۱۰ درصد تقاضای آب خانگی در نظر گرفته شده است.

۲. روش شناسی

این تحقیق از یک رویکرد ترکیبی از لحاظ جمع آوری و تحلیل داده ها استفاده کرد. داده های اولیه تحقیق از طریق مصاحبه با کارشناسان بخش آب در جافنا، سری لانکا جمع آوری شد تا زمینه شناخته شده و از طریق یک نظرسنجی پرسشنامه ای خانوار انجام شد. از مصاحبه با کارشناسان، نتیجه گرفته شد که مناطق روستایی پرآب، مناطق روستایی کم آب، مناطق ساحلی و شهری مناطق مختلفی با آب و میزان مصرف متفاوت در جافنا، سریلانکا باید در این تحقیق لحاظ شوند. چهار مکان از بخش های پدرو، نالور و کاراودی (DS) برای مطالعه انتخاب شدند تا نمایانگر چهار دسته مختلف منطقه ای باشند (شکل ۱). این تقسیمات DS برای سهولت دسترسی این مناطق انتخاب شدند و شامل ۷، ۱۱ و ۸ درصد کل خانوارها در بخش می باشد. در کل ۱۶۳ خانوار از چهار بخش روستایی آنتاتی، کاراودی شرق، پوینت پدرو و نالور به طور تصادفی انتخاب شدند که به ترتیب سرشار از آب، با کمبود آب، منطقه ساحلی و منطقه شهری هستند. داده ها از سپتامبر تا نوامبر ۲۰۱۷ جمع آوری شد. در این مطالعه، افرادی که در ۶ ماه گذشته در یک اقامتگاه زندگی می کردند و از یک منبع مشترک غذا می خوردند به عنوان یک خانوار (HH) در نظر گرفته شدند. از هر یک از خانوارهای انتخاب شده، یک عضو بزرگسال، که ۱۸ سال یا بیشتر دارد، به نظرسنجی پاسخ داد. پرسشنامه چهار بخش با عنوان ویژگیهای خانه، منبع آب و مصرف آن، مدیریت آب در سطح خانوار و ادراک و تجربه مسائل مربوط به آب ارائه شده است. از ۱۶۳ نمونه، ۲۱ نمونه به دلیل کمبود اطلاعات زیاد کنار گذاشته شد و در نهایت از ۱۴۲ نمونه برای تجزیه و تحلیل استفاده شد.

جدول ۱- خلاصه ویژگی های خانوار

نام منطقه	آتال	شرق کاراودی	نالور	پوینت پدرو	کل
					ویژگی ها
	منطقه روستایی	منطقه روستایی کم	منطقه شهری-نیمه	منطقه ساحلی	
	پرآب	اب	شهری		
کل تعداد نمونه ها	۳۶	۳۵	۳۵	۳۶	۱۴۲
میانگین بعد خانوار	۲۷	۳۱	۲۶	۱۸	۱۰۲
	۹	۴	۹	۱۸	۴۰
میانگین تعداد بزرگسالان در هر HH	۴،۶	۴،۲	۳،۸	۴	۴،۲

میانگین تعداد کودکان	۳,۶	۳,۱	۳,۳	۲,۸	۳,۲
میانگین درآمد ماهیانه	۱,۰۳	۱,۱۱	۰,۴۹	۱,۱۷	۰,۹۵
درصد دسترسی به برق	۲۷,۸۳۳	۲۴,۹۴۲	۴۳,۷۱۴	۴۷,۰۶۰	۳۵,۸۳۱
داشتن یک باغ (درصد)	۹۲٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۹۸٪
	۷۸٪	۹۷٪	۱۰۰٪	۹۴٪	۹۲٪

داده های جمع آوری شده از نظر کمی و کیفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. داده ها با استفاده از نرم افزار Microsoft Excel، بسته آماری IBM برای علوم اجتماعی (SPSS 20) و نرم افزار سیستم برنامه ریزی و ارزیابی آب (WEAP) تحلیل شدند. تجزیه و تحلیل آماری مختلف، مانند آمار توصیفی، تحلیل واریانس، همبستگی و رگرسیون چندگانه برای تجزیه و تحلیل داده ها و استخراج اطلاعات مربوطه برای تجزیه و تحلیل بیشتر انجام شد. سرانجام، با استفاده از مقادیر به دست آمده از تجزیه و تحلیل آماری قبلی، آنالیز کیفی و داده های ثانویه، تجزیه و تحلیل سناریو با استفاده از نرم افزار WEAP برای تجزیه و تحلیل تأثیر مداخلات مختلف مدیریتی بر تقاضای آب غیرمستقیم در منطقه جافنا، سریلانکا طی سال های ۲۰۱۶ تا ۲۰۳۰ انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری مختلف، مانند آمار توصیفی، تحلیل واریانس، همبستگی و رگرسیون چندگانه برای تجزیه و تحلیل داده ها و استخراج اطلاعات مربوطه برای تجزیه و تحلیل بیشتر انجام شد. سرانجام، با استفاده از مقادیر به دست آمده از تجزیه و تحلیل آماری قبلی، آنالیز کیفی و داده های ثانویه، تجزیه و تحلیل سناریو با استفاده از نرم افزار WEAP برای تجزیه و تحلیل تأثیر مداخلات مختلف مدیریتی بر تقاضای آب غیرمستقیم در منطقه جافنا، سریلانکا انجام شد. داده های ثانویه مورد استفاده در این مطالعه از طریق مصاحبه با متخصصان بخش آب مانند مقامات بخش برنامه ریزی، مسئولان تدارکات ملی آبرسانی و زهکشی و استاد گروه کشاورزی دانشگاه جافنا تأیید شد.

۳. نتایج و بحث

۳,۱. ویژگی های جمعیتی و اقتصادی-اجتماعی خانوارهای پاسخ دهنده

در کل داده ها از ۱۴۲ نمونه خانوار بدست آمد که ۳۶ خانوار از آتاتی، ۳۵ واحد از شرق کارودی، ۳۶ خانوار از پوینت پدرو و ۳۵ واحد از مناطق نالور برای تحلیل در نظر گرفته شدند. این مناطق به ترتیب غنی از آب، دارای کمبود آب، منطقه روستایی، منطقه ساحلی و منطقه شهری می باشند (جدول ۱). در میان مخاطبان، ۷۲ درصد زن و ۲۸ درصد بودند. هیچ سوگیری در انتخاب مخاطبان وجود نداشت بلکه نتیجه انجام یک نظرسنجی از خانوار و افرادی که در طی بازدید در خانوار زندگی می کردند بود. علاوه بر این، برخلاف مناطق روستایی در هند که مسئولیت واگذاری آب بر دوش زنان است، در جافنا هیچ نقش خاص جنسیتی از لحاظ جذابیت و مدیریت آب وجود ندارد (سینگ و همکاران، ۲۰۰۴-۲۰۰۵). در حالی

¹ - Water Evaluation and Planfing System



که اکثر خانوارها منبع آب خود را دارند ، در خانوارهایی که آب آشامیدنی از کیفیت مطلوبی برخوردار نیست ، زنان و مردان به دنبال برداشت آب هستند . این اتفاق همانند افرادی می باشد که اول به خانه می آیند یا آب را بدست می آورند. در جافنا مردان و زنان سوار دوچرخه یا موتورسیکلت می شوند و آوردن آب آشامیدنی به عنوان یک مشکل دیده نمی شود زیرا منبع آب جایگزین در فاصله نزدیک است و مانند یک مورد در روستاهای هند منحصر به یک جنس نیست.

اندازه خانوار از ۱ تا ۱۱ با میانگین ۴,۲ متغیر بود . تعداد بزرگسالان در خانوار از ۱ تا ۸ با میانگین ۳,۲ و تعداد کودکان از ۰ تا ۴ با میانگین ۰,۹۵ بود. در حالی که درآمد ماهیانه خانوارها از ۲۰۰۰ روپیه تا ۱۰۰۰۰۰ روپیه (۱۱,۲ دلار - ۵۶۰,۶ دلار آمریکا) بود ، درآمد متوسط ماهیانه ۳۵۸۳۱ روپیه (۲۰۰/۹ دلار) بود. در میان پاسخ دهندگان ، فقط ۳ خانوار (۲درصد ، ۱۴۲ = تعداد دسترسی) به برق دسترسی ندارند در حالی که بقیه به برق دسترسی دارند. از ۱۴۲ خانوار ، ۱۳۱ خانوار (۹۲/۳ درصد) در اطراف خود باغ دارند. باغهایی که در بافت جافنا ، سریلانکا قرار دارند ، به معنی داشتن درختان میوه ، درختان گل ، نارگیل و درختان آجیل آرکا در اطراف خانه است. با وجود این که بیشتر خانوارها آبیاری باغ ها را انجام نمی دهند ، برخی باغات را آبیاری می کنند.

۳,۲. منبع اصلی آب و رتبه بندی مصرف کننده های نهایی

با توجه به منبع اصلی آب ، ۹۲ درصد خانوارها (۱۳۰ واحد ، $n=142$) منبع آب را در قالب یک چاه حفر شده (۴۸٪) یا چاه لوله (۴۴٪) دارند. تنها ۵ درصد (۷ ، $n=142$) خانوارها بر آب عرضه شده توسط NWS & DB به عنوان منبع اصلی آب اتکا می کنند (شکل ۲). ۳٪ بقیه خانواده های پاسخ دهنده به یک چاه مشترک یا لوله مشترک و همچنین منبع اصلی آب خود متکی هستند . در اینجا منبع اصلی آب به معنای منبع آبی است که در در تأمین اکثر نیازهای آب مانند دوش ، شستن لباس ، نظافت ظروف ، سرویس بهداشتی ، باغبانی و نظافت منزل کمک می کند. دلیل این امر این است که بسیاری از خانوارها علاوه بر منبع اصلی آب ، از بیش از یک منبع آب استفاده می کنند. آب حاصل از منابع دیگر نظیر چاه مشترک ، آب بطری ، از آب باران و تأمین آب عمدتاً برای پخت و پز و نوشیدن استفاده شده اند. در این میان ۹۱درصد خانوارهای پاسخ دهنده (۱۲۹ ، $n=142$) از موتور خانگی برای استخراج آب استفاده می کنند در حالی که ۹ درصد (۱۳ ، $n=142$) به یک موتور برای استخراج آب نیاز ندارند چون به آب حاصل از NWS&DB یا بخاطر برداشت دستی اتکا دارند.



شکل ۲- نوع منبع آب اصلی

مخاطبان طبق مصرف های نهایی مختلف آب در خانوار خود از یک تا نه رتبه بندی شدند یعنی بالاترین میزان آب در یک روز به عنوان عدد یک و کمترین میزان نیاز به مصرف آب عدد نه تعلق می گیرد. در هر چهار منطقه مورد مطالعه پاسخ دهندگان اظهار داشتند که دوش گرفتن مصرف نهایی است که بیشترین مقدار مصرف آب را در یک خانوار در طی یک روز به خود اختصاص می دهد. اگرچه تفاوت هایی در نحوه رتبه بندی مخاطبان در چهار منطقه وجود دارد، می توان اظهار کرد که دوش گرفتن، شستن ظرف ها و سرویس بهداشتی سه مصرف کنند اصلی آب در خانوارهای جافنا می باشند. بنابراین، اقدامات مربوط به مدیریت تقاضا باید بر روی این سه هدف نهایی متمرکز باشند تا مصرف آب خانگی به حداقل برسد. به این صورت سرانه مصرف را می توان کاهش داد چون این سه استفاده نهایی مصارف نهایی فردی هستند؛ در حالی که مصارف انتهایی دیگر نظیر شستن ظروف، پخت و پز، نظافت منزل، باغبانی و پرورش دام از مصارف نهایی جمعی است و بعضی از این مصارف نهایی هر روز لازم نیست.

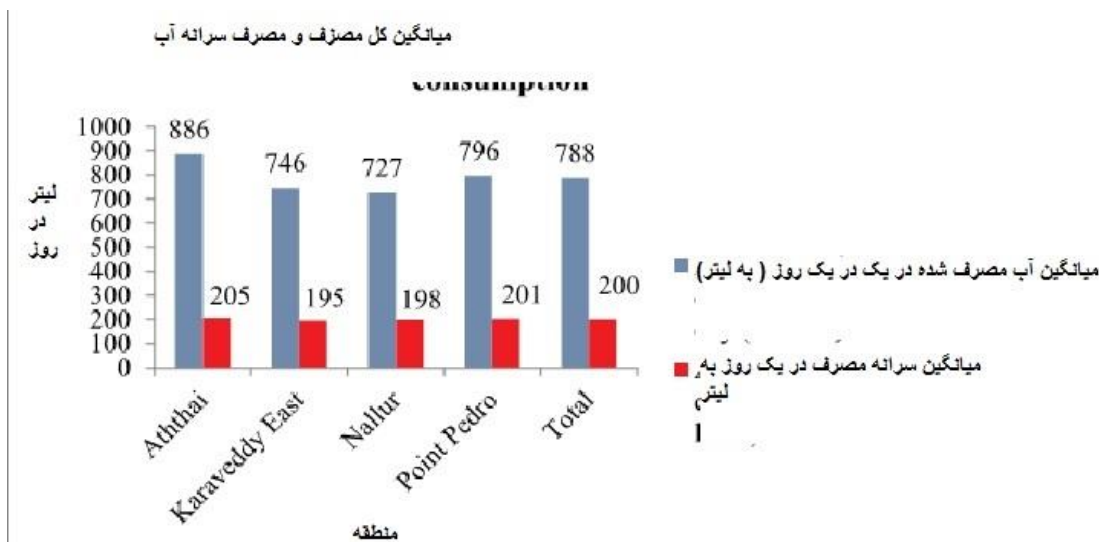
۳.۳. الگوی مصرف آب

کل مقدار آب مصرف شده توسط یک خانوار در یک روز عمدتاً بین ۴۴ تا ۲۴۳۰ لیتر متغیر بود. حدود ۵۶ درصد (۸۰، n=142) خانوارها روزانه کمتر از ۱۰۰۰ لیتر مصرف می کنند و ۴۴٪ از خانواده ها روزانه ۱۰۰۰ لیتر یا بیشتر مصرف می کنند. فقط ۲۰٪ (29، n=142) از خانوارها در روز کمتر از ۵۰۰ لیتر مصرف می کنند. مصرف آب سرانه نیز به طور گسترده ای از ۴۴ لیتر سرانه در روز (lpcd) تا ۵۰۰ لیتر در دقیقه متغیر بود. فقط در یک خانواده یک فرد در روز کمتر از ۵۰ لیتر آب مصرف می کند، این حداقل مصرف آب مورد نیاز سرانه پیشنهاد شده توسط WHO (برنامه دهه آب سازمان

ملل و شورای همکاری بهداشتی و عرضه آب و ارتباطات) است. در ۱۲ درصد از خانوارهای مورد مطالعه، هر عضو در روز کمتر از ۱۰۰ لیتر و در ۵۷٪ از خانوارهای مورد مطالعه، هر عضو کمتر از ۲۰۰ لیتر را در روز مصرف می کند. تنها در سه خانوار مطالعه شده، هر عضو ۵۰۰ لیتر را در روز مصرف می کند.

همان طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، بخش آتاتی یک منطقه روستایی سرشار از آب است که بالاترین میانگین کل مصرف آب را با ۸۸۶ لیتر برای هر خانوار در هر روز دارد. تعجبی ندارد که بیشتر خانوارهای ساکن در این منطقه یک چاه لوله ای متعلق به خود دارند و از یک موتور برای استخراج آب برای مصرف خود استفاده می کنند. علاوه بر این، این منطقه بالاترین میانگین بعد خانوار را در میان مناطق مورد مطالعه دارد. بنابراین، با داشتن تعداد بیشتری از اعضای خانواده، میزان مصرف آب برای یک خانواده در آتاتی از سایر مناطق مورد مطالعه بیشتر خواهد بود. منطقه پوینت پدرو، که یک منطقه ساحلی را نشان می دهد منطقه پوینت پدرو، که یک منطقه ساحلی را نشان می دهد دومین مصرف کننده آب خانوار در یک روز با ۷۹۶ لیتر به ازای هر خانوار در روز می باشد. از طرف دیگر، نالور، که یک منطقه شهری است، با ۷۲۷ لیتر به ازای هر خانوار در روز، کمترین مصرف آب را در میان این چهار منطقه دارد. دلیل آن می تواند به بعد خانوار ۳،۸ نفر نالور مربوط باشد که کمترین بعد خانوار را در مقایسه با مناطق دیگر دارد. اگرچه شرق کاراودی یک منطقه روستایی با کمبود آب را با میانگین مصرف آب ۷۴۶ لیتر برای هر خانوار در یک روز دارد مصرف آب بالاتری از نالور دارد. تفاوت بین میانگین مصرف کل آب آتاهی و نالور در روز ۱۵۹ لیتر است که مقدار قابل توجهی است. از طرف دیگر، سرانه مصرف آب در روز تفاوت عمده ای بین مناطق پر مصرف و کم مصرف ندارد. آتاتی بالاترین مصرف سرانه را با ۲۰۵ لیتر در هر روز دارد و شرق کاراودی کمترین مصرف سرانه را در هر روز با ۱۹۵ لیتر در ثانیه دارد.

برای آزمایش تغییر معنی دار آماری در بین مناطق مختلف مورد مطالعه از نظر کل آب مصرفی در یک روز و سرانه مصرف در روز، آزمون پارامتری تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA یک طرفه) انجام شد. با توجه به نتایج آزمون ANOVA یک طرفه، از نظر میانگین کل آب مصرفی یک خانوار در یک روز ($F(3,138) = 0.810, p = 0.490$) و سرانه مصرف در هر روز تفاوت آماری معنی داری بین چهار منطقه مورد مطالعه وجود نداشت ($F(3,138) = 0.061, p = 0.980$). بنابراین، می توان نتیجه گرفت که هم میانگین کل آب مصرفی در یک روز و هم میانگین مصرف سرانه در روز از نظر آماری در چهار منطقه مورد مطالعه تفاوت معنی داری ندارند. بنابراین، ویژگی های منطقه ای از نظر در دسترس بودن آب تأثیر قابل توجهی در مصرف آب در سطح خانوارها ندارد. در عوض، چون ۹۲٪ از خانوارهای پاسخ دهنده منبع آب خود را در قالب یک چاه لوله ای یا حفر شده دارند، می توان گفت که دسترسی به منبع آب شخصی عامل مهمی است که باعث می شود الگوی مصرف آب در سراسر مورد مطالعه مشابه باشد.



شکل ۳- میانگین کل آب مصرف شده در یک HH در یک روز و میانگین مصرف سرانه

۳,۴. پیش بینی کننده های مهم مصرف آب خانوار

از لیستی از عواملی مانند ، اقتصادی-اجتماعی ، جمعیتی ، خانه-ویژگی های نگهداری ، منبع آب و الگوی مصرف آب ، پیش بینی های مهم مصرف آب خانگی از طریق تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه مشخص شد. در ابتدا ۲۷ متغیر توضیحی برای تأثیر آنها بر کل آب مصرفی در یک خانه در یک روز در نظر گرفته شد. از میان این ۲۷ متغیر ۹ متغیر در نهایت برای تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه از طریق آنالیز همبستگی با انتخاب متغیرهایی که با مصرف آب کل در یک خانواده ارتباط معنی داری داشتند انتخاب شدند (جدول ۲ را ببینید). نه متغیر مستقل انتخاب شده برای تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه عبارتند از اندازه خانوار (HHS) ، بالاترین سطح تحصیلات (HEL) ، داشتن منبع آب شخصی (OWS) ، تعداد فرزندان در یک خانواده (NC) ، سالهای تحصیل سر از خانوار (EHH) ، فرکانس دوش (SF) ، درآمد خانوار (HI) ، دسترسی به آب برای تمام ۲۴ ساعت (AW) و سن سرپرست خانوار (AHH) .

از بین ۹ متغیر ، اندازه خانوار (HHS) بیشترین ارتباط مثبت را با کل مصرف آب خانگی داشت (۰/۰۱ < p) ، (جدول ۲ را ببینید). این وضعیت نشان می دهد که با افزایش بعد خانوار ، مقدار کل آب مصرفی خانوار در یک روز نیز افزایش می یابد. بالاترین سطح تحصیلات (HEL) در خانوار متغیر دیگری بود که با کل آب مصرفی در یک خانوار ارتباط مثبت داشت (۰/۰۱ < p ، r = ۰,۲۹۳). این مورد می تواند به این دلیل باشد که وقتی بالاترین سطح تحصیلات در خانواده افزایش می یابد به این معنا که فرد دارای تحصیلات عالی احتمالاً یک شغل را در بخش خدمات ، خصوصی یا دولت دارد ، که در مورد جافنا سری لانکا به سفر نیاز دارد. این فرد ممکن است بیشتر دوش بگیرد و لباس ها را مرتباً بشوید. همچنین ، در این تحقیق بالاترین سطح آموزش در خانوار یک همبستگی مثبت را با تعداد دوش (0.129=r) داشت. دلیل دیگر این

است که یک همبستگی آماری مثبت معنادار بین سطح آموزش بالاتر و درآمد خانوار وجود دارد ($r = 0.540, p < 0.05$) ، که نشان می دهد فرد با تحصیلات عالی ممکن است از آب بدون نگرانی در مورد هزینه مرتبط برق استفاده کند. با این حال ، رابطه بین فاصله سفر برای کار و آب از استفاده های پایانی شخصی نظیر نیاز به دوش گرفتن در مطالعات آینده با جمع آوری داده ها در مورد فاصله سفر باید بررسی شود. سال های آموزش سرپرست خانوار^۱ (EHH) نیز رابطه مثبت با کل آب مصرف شده در یک خانوار در این تحقیق بود ($r = 0.197, p < 0.05$). دلیل این امر را می توان برای بالاترین سطح آموزش در خانوار شرح داد.

جدول ۲- رابطه بین مصرف آب خانوار و متغیرهای توصیفی انتخاب شده

	TWC	HHS	HEL	EHH	AHH	NC	HI	SF	OWS	AW
TWC	1	.505 ^b	.293 ^b	.197 ^a	-.220 ^b	.287 ^b	.147	.152	.288 ^b	.184 ^a
HHS	.505 ^b	1	.270 ^b	.111	-.295 ^b	.676 ^b	.210 ^a	.016	.135	.099
HEL	.293 ^b	.270 ^b	1	.573 ^b	-.165	.010	.540 ^b	.129	.296 ^b	.306 ^b
EHH	.197 ^a	.111	.573 ^b	1	-.333 ^b	.164	.455 ^b	.086	.141	.130
AHH	-.220 ^b	-.295 ^b	-.165	-.333 ^b	1	-.562 ^b	-.092	-.146	-.088	-.023
NC	.287 ^b	.676 ^b	.010	.164	-.562 ^b	1	.042	.064	.054	.047
HI	.147	.210 ^a	.540 ^b	.455 ^b	-.092	.042	1	.071	.220 ^b	.140
SF	.152	.016	.129	.086	-.146	.064	.071	1	.074	-.006
OWS	.288 ^b	.135	.296 ^b	.141	-.088	.054	.220 ^b	.074	1	.282 ^b
AW	.184 ^a	.099	.306 ^b	.130	-.023	.047	.140	-.006	.282 ^b	1

a همبستگی در سطح ۰,۰۵ معنادار است.

b همبستگی در سطح ۰,۰۱ معنادار است.

در این مطالعه تعداد کودکان در یک خانوار (NC) نیز از نظر آماری با کل مصرف آب در یک خانوار ارتباط مثبت داشت ($r = 0.287, p < 0.05$). این حالت می تواند به این دلیل باشد که کودکان تمایل دارند بیرون بازی می کنند و لباس های خود را کثیف می کنند ، آب بیشتر می تواند برای شستن لباس ها در این خانوارها استفاده شود. همانطور که قبلاً ذکر شد ، بیشتر خانواده های پاسخگو از موتور برقی برای برداشت آب استفاده می کنند. برای همانطور که قبلاً ذکر شد ، بیشتر خانواده های پاسخگو از موتور برقی برای برداشت آب استفاده می کنند و بطور قابل توجه ای از آن بهره می گیرند که توسط یک همبستگی مثبت با کل مصرف آب نشان داده شد ($r = 0.147$). به همین ترتیب ، همانطور که قبلاً توضیح داده شد ، دوش مصرف نهایی است که بالاترین مقدار آب را در خانوارهای جفا مصرف می کند. بنابراین ، زمانی که مردم در خانوارها بیشتر دوش می گیرند ، کل مصرف آب خانوار نیز افزایش می یابد ($r = 0.152$). داشتن منبع آب اختصاصی (OWS) عامل دیگری بود که با مصرف کل آب ارتباط مثبت داشت ($r = 0.288, p < 0.05$). این بدان معنی است که خانواری که به منبع آب اختصاصی خود دسترسی دارند احتمالاً آب بیشتری را از خانواری دارد که یک منبع فردی آب را ندارند. مشابه داشتن منبع دسترسی مداوم به آب (AW) باعث می شود که خانوارها کمتر نگران صرفه جویی در مصرف

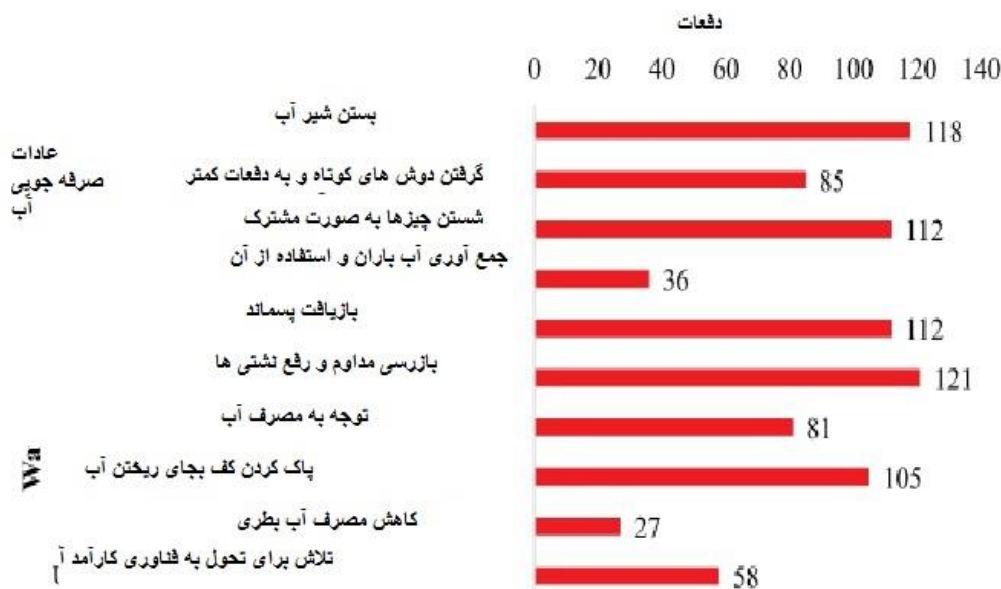
¹ - head of the household

آب و استفاده مجلل از آب باشند ، که هم از تجزیه و تحلیل همبستگی (۱۸ ، ۰،۰۱۸۴ ، $p < 0.05$) و هم از پاسخ مدیریت آب در سطح خانوار مشهود است.

بعلاوه ، در این مطالعه سن سرپرست خانوار (AHH) از لحاظ آماری معنادار بود اما همبستگی منفی با کل مقدار آب مصرفی در یک خانوار داشت ($F=0.01$, $p < 0.220$). این حالت زمانی است که سن سرپرست خانوار افزایش می یابد ، مقدار کل آب مصرفی در یک خانوار کاهش می یابد .دلیل این امر می تواند آگاهی سرپرست خانوار در مورد صرفه جویی در مصرف آب باشد .همانطور که از نظرسنجی خانوار در این مطالعه مشخص شد ، پاسخ دهندگان مسن تر کمبود آب ، عدم دسترسی مداوم به آب را تجربه کرده اند یا در سنین جوانی خود به منبع شخصی آب دسترسی نداشته اند. این امر باعث شده تا آنها نسبت به صرفه جویی در مصرف آب آگاه باشند و در استفاده از آب صرفه جو باشند .به همین دلیل و تأثیر آنها بر خانوارشان ، آن دسته از خانوارهایی که دارای سرپرست خانوار مسن تر می باشند احتمالاً از آب کمتری در مقایسه با خانوارهای دارای سرپرست خانوار جوان تر استفاده می کنند.

با استفاده از این نه متغیر مستقل انتخاب شده ، یک تحلیل رگرسیون چندگانه گام به گام با استفاده از نرم افزار SPSS برای انتخاب پیش بینی کننده های مهم مصرف آب خانوار انجام شد. یک تحلیل رگرسیون چندگانه گام به گام در مطالعات مصرف آب خانوار در کل دنیا بخصوص برای شناسایی متغیرهای توصیفی مهم از طریق مجموعه ای از متغیرهای توصیفی انجام شد. تحلیل رگرسیون چندگانه از یک مقدار p کمتر از ۰،۰۵ برای وارد کردن متغیر بد داخل مقدار و مقدار p بالاتر از ۰،۱ برای برداشتن متغیر از مدل استفاده کرد. از طریق ۹ متغیر وارد شده بد داخل تحلیل رگرسیون چندگانه ، دو متغیر به عنوان پیش بینی کننده ها شناسایی شده و در مدل حفظ شدند. بعد خانوار و داشتن منبع آب اختصاصی دو متغیر حفظ شده در مدل هستند .مدل از نظر آماری معنی دار است ($F=29.051$ ، 0.05 ، $p < 0.0005$) و پیش بینی ۳۰،۴٪ از تغییر در کل مصرف آب در یک خانوار در روز است. بعد خانوار و منبع آب اختصاصی نقش منحصر به فرد معناداری را از لحاظ آماری دارند. با این حال ، در میان دو متغیر ، با ضریب بتا ۰،۴۷۴ ($p < 0.0005$) بعد خانوار در توصیف تغییر در کل مصرف آب بیشتر نقش دارد تا داشتن منبع آب اختصاصی ، که یک ضریب بتا ۰،۲۲۴ ($p < 0.005$) را دارد.

عادات اخیر صرفه جویی در آب



شکل ۴- دخالت در عادات صرفه جویی در آب

یافته های این تحقیق با دیگر مطالعات مصرف آب خانوار قابل مقایسه هستند. یک تحقیق در مورد مصرف سرانه در عراق توسط حسین و همکاران نشان داد که با افزایش درآمد مصرف سرانه آب افزایش می یابد (حسین^۲ و همکاران، ۲۰۱۶). مطالعه انجام شده توسط فان و همکاران در چین نشان داد که مصرف سرانه رابطه منفی با سن سرپرست خانوار دارد یعنی عضو مسن تر یک خانواده احتمالاً آب کمتری را نسبت به عضو جوان تر خانواده مصرف می کند که تا حدودی بخاطر شیوه های سنتی بهره برداری از آب توسط آنها می باشد. همچنین، دریافتند که خانوارها به طور مداوم به آب دسترسی داشتند، در مقایسه با خانوارهایی که به صورت متناوب به آب دسترسی دارند، آب بیشتری مصرف می کنند (فان و همکاران، ۲۰۱۳). یک مطالعه نظرسنجی خانوار در ۱۰ کشور OECD در مورد مصرف آب خانگی همچنین نشان داد که مصرف آب خانگی از نظر آماری با درآمد خانوار، تعداد افراد بزرگسال و تعداد کودکان در خانه همبستگی مثبت و معناداری دارد (گرافتون^۳ و همکاران، ۲۰۱۱). مطالعه انجام شده توسط تیموتی و پل در نیآگارا نیز بعد خانوار را یک پیش بینی کننده مهم مصرف آب خانوار نشان داد و یک همبستگی مثبت را با مصرف آب خانوار داشت (تیموتی و پل، ۲۰۱۴). مطالعه ای که توسط فیلدینگ و همکاران انجام شده است، در استرالیا نشان داد که مصرف آب خانگی با توجه به بعد خانوار و درآمد خانوار افزایش می یابد و بعد خانوار قوی ترین پیش بینی کننده مصرف آب خانوار است (فیلدینگ و همکاران، ۲۰۱۲).

¹ -Hussien 2
¹ -Grafton 3

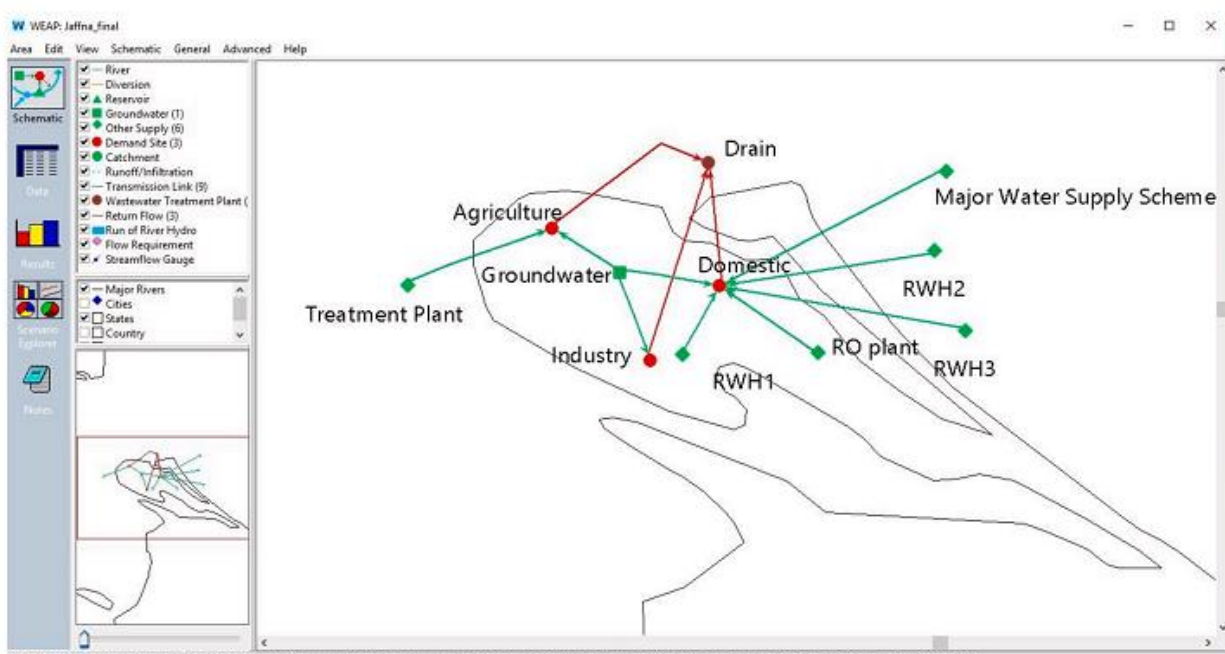
۳,۵. مدیریت آب در سطح خانوار

در نظرسنجی خانوار زیر نظر مدیریت آب در بخش سطح خانوار، از مخاطبان پرسش های مختلف در مورد مشارکت آنها در فعالیت های مدیریت آب در خانوار، شناخت آنها در مورد مدیریت آب و فناوری برداشت آب باران در سقف^۴ (RWH) و علاقه آنها به اصلاح ساختار RWH در سطح خانوارشان سؤال شد. تمامی مخاطبان (۱۴۲) به این پرسش پاسخ دادند که آیا آنها آب را در خانوار خودشان حفظ می کنند و ۵۴ درصد (۷۷، ۱۴۲=n) پاسخ دادند که آنها در فعالیت های مدیریت آب در خانوار خودشان دخالت نمی کنند. آنها اظهار کردند که به مشارکت در حفاظت آب در خانوار خودشان به دلایلی، نظیر دسترسی مداوم به آب لوله کشی یا چاه، داشتن آب کافی، عدم کمبود آب، دسترسی به آب از همسایگان حتی در صورت کمبود آب، دسترسی آزاد به آب، بی احتیاطی و فکر آنها برای صرفه جویی در مصرف آب لازم نیست. ۴۶ درصد از خانوارهایی که در زمینه حفاظت آب در سطح خانوار فعالیت می کنند پاسخ دادند که آنها آب را به شیوه های زیر حفاظت می کنند؛ استفاده از آب در صورت نیاز، اجتناب از هدر رفتن آب، بستن شیرها در زمان عدم استفاده از آب، شستن ظروف با جمع آوری آب در یک سطل، آبیاری نکردن گیاهان در هر روز، ذخیره آب در قوطی ها برای استفاده روز بعد، استفاده از آب خاکستری از آشپزخانه و تمیز کردن مخارن برای آبیاری گیاهان، وارد کردن آب باران برای پر کردن آب زیرزمینی با حفر کردن زمین و جمع آوری و ذخیره کردن آب باران در قوطی ها و استفاده از آن برای آبیاری گیاهان. علاوه بر این، از لیستی از عادات صرفه جویی در مصرف آب، از پاسخ دهندگان خواسته شد تا عادات های صرفه جویی در آب را نشان دهند که در حال حاضر مشارکت می کنند. براساس پاسخ ها، شیوه هایی که در حال حاضر خانوار بیشتر از آنها بهره می گیرند بطور فعال در صدد برطرف کردن نشتی می باشند، شیر آب در حین عدم استفاده و بازبانی فاضلاب بسته شود، و اشیایی نظیر ظروف و لباس ها به جای شستن انفرادی به شکل جمعی شسته شوند و پاک کردن زمین بجای ریختن آب و تمیز کردن آن (شکل ۴). به نظر می رسد مردم بیشتر درگیر رفع نشتی فعال و بستن شیرهای آب هنگام استفاده از آنها هستند، دلیل این امر داشتن عقل سلیم برای جلوگیری از هدر رفتن آب است. به نظر می رسد بازیافت فاضلاب یک روش معمول است و به طور کلی از آب مورد استفاده در آشپزخانه و حمام برای آبیاری گیاهان در باغ استفاده می شود. همچنین از آب مورد استفاده برای تهیه غذا جهت تغذیه دام استفاده می شود. شستن ظروف و لباس ها با هم بجای شستن هر کدام به طور مجزا به کاهش مصرف آب کمک می کند و شستن ظرف نیز تحت تأثیر دسترسی به شیر در آشپزخانه است. خانوارهایی که یک شیر را در آشپزخانه خودشان دارند، آب را در داخل سطل جمع آوری می کنند و ظرف ها را با هم می شویند. از سویی دیگر، برخی خانوارهایی بیشتر به شکل فردی به شیر دسترسی دارند تا به صورت جمعی. تمیز کردن کف نیز تحت تأثیر نوع کف خانگی قرار می گیرد که این کف یا کف سیمانی است یا کف ساخته شده از کاشی یا موزاییک. در حال حاضر تعداد بیشتری از خانوارها در جافنا سری لانکا به صورت کف ساخته شده از کاشی ها یا موزاییک

^۴ - rooftop rainwater harvesting

تغییر کرده اند. از این رو ، خانه هایی که کف سنگ مرمر دارند در پاک کردن کف بیشتر از خانوارهایی که کف سیمانی دارند درگیر هستند.

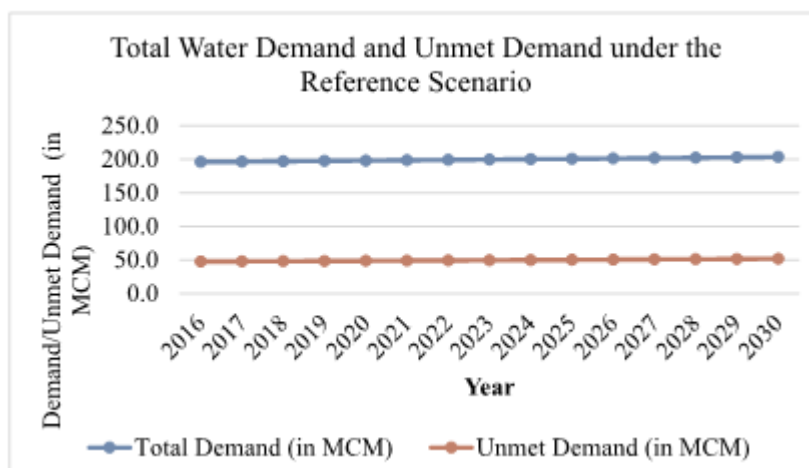
در مقایسه با شیوه هایی که معمولاً به کار گرفته اند ، کمی بیشتر از نصف مخاطبانی می باشد که کمتر و کوتاه تر دوش می گیرند و به مصرف آب خود توجه می کنند. افراد ساکن در جافنا سریلانکا بطور کلی دوش های طولانی تر دارند که از داده های این تحقیق مشهود بوده و این دوره می تواند از ۵ تا ۳۰ دقیقه می باشد. افرادی که در دمای بالای ۲۵ درجه زندگی می کنند بخاطر افزایش اخیر دما مدت زمان طولانی تر دوش می گیرند. همچنین چون بیشتر خانوارها یک منبع فردی آب را دارند و آب بطور مداوم برای آنها وجود دارد و مردم معمولاً نگران مدت دوش گرفتن یا میزان آب مصرف شده برای دوش گرفتن نیستند. این مورد عدم آگاهی مردم در مورد مصرف آب و احتمال کاهش مصرف آب را با افزایش آگاهی آنها در مورد مدیریت آب نشان می دهد.



شکل ۵- نمایش شماتیک سیستم عرضه و تقاضای آب برای جافنا، سری لانکا در مدل WEAP

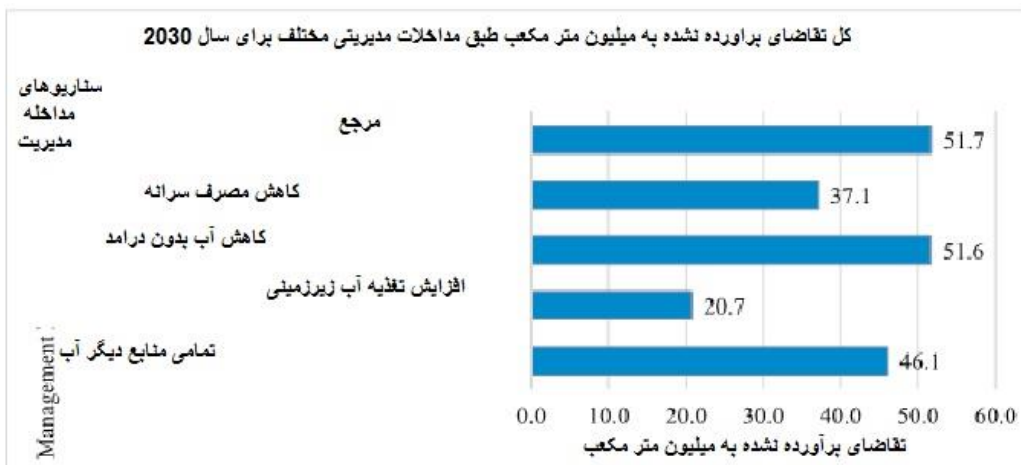
استفاده و تلاش برای تغییر فناوری های کارآمد آب ، جمع آوری و استفاده از آب باران برای نیازهای خانوار و کاهش مصرف آب بطری فعالیت هایی هستند که مردم در حکال حاضر کمتر آنها را انجام می دهند. بطور کلی ، شناخت کمتری در مورد مردم با توجه به لوازم یا فناوری های کارآمد آبی وجود دارد. این مورد تا حدودی بخاطر بازار است ، بجز توالت فرنگی و ماشین لباسشویی ، به طور کلی هیچ راهنمایی یا اطلاعاتی در هنگام مصرف لوازم مصرفی با توجه به کارایی و مصرف آب به

مصرف کننده داده نشده است. با این حال ، حتی برای توالیت فرنگی و ماشین لباسشویی ، اگرچه مقدار آب مصرفی در هر فعالیت را می توان از فروشندگان دریافت کرد ، اما مصرف کنندگان معمولاً بدنبال آن نیستند. زمانی که نوبت به استفاده از دستگاه می رسد ، مردم به طور کلی نگران قیمت دستگاه و طول عمر آن هستند .به طور کلی مردم به دلایلی از جمله دسترسی مداوم به آب منبع خود و نگرانی های مربوط به خلوص آب باران درگیر جمع آوری آب باران و استفاده از آن برای مصارف خانگی نیستند. خانوارهایی که آب باران را جمع آوری و استفاده می کنند ، خانوارهایی هستند که شوری و سختی آب را تجربه می کنند. آب باران جمع شده برای شستشوی لباس ، بهبود زخم ها ، رادیاتور وسایل نقلیه و نظافت منزل استفاده می شود. کاهش مصرف آب بطری فعالیتی است که مخاطبان کمتر در آن درگیر هستند. به همین دلیل ، در جافنا ، تنها خانوارهایی که به دلیل غلظت کلسیم بیش از حد یا احتمال آلودگی آب چاهدر مورد بهداشتی بودن آب نگران هستند از آب بطری استفاده می کنند. بنابراین ، پاسخ دهندگان تصور می کنند که این مصرف نمی تواند بیشتر کاهش یابد.

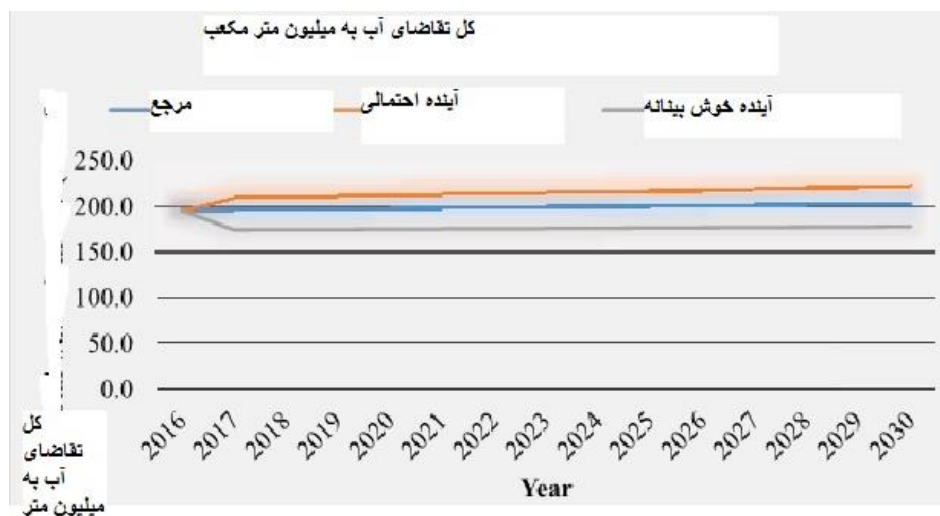


شکل ۶- کل تقاضای آب و تقاضای برآورده نشده تحت سناریوی مرجع

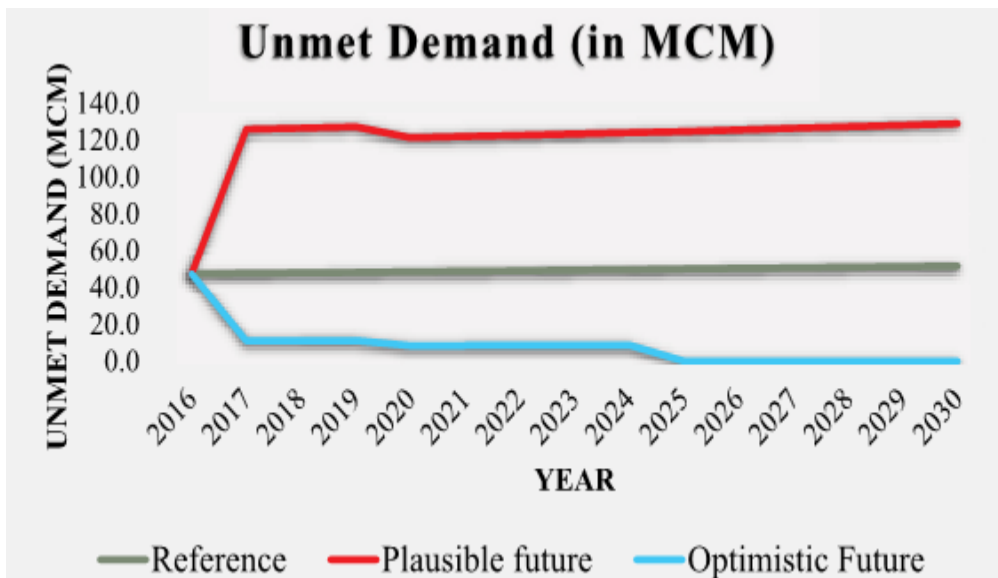
از جمله تجهیزات کارآمدی که در حال حاضر در خانوارها استفاده می شود ، یک تولت فرنگی کم مصرف ، متداول ترین وسیله است و به دنبال آن شیرهای کم فشار و دوش آب کم است ، در حالی که ماشین لباسشویی کم مصرف کمترین رواج را دارد. از لیست دلایل ذکر شده ، متداول ترین دلیل عدم استفاده از یک فناوری یا دستگاه با مصرف آب مناسب این است که پاسخ دهندگان استفاده از آنها را ضروری نمی دانند. این دو دلیل نشان می دهد که مدیریت آب در جافنا ، سری لانکا می تواند با افزایش آگاهی مردم در مورد فناوری کارآمد آب و تجهیزات مناسب و نحوه به حداقل رساندن مصرف آب در سطح خانوار اجرا شود. علاوه بر این ، برای خانوارهایی که فکر می کنند این فناوری و تجهیزات گران هستند ، باید یک مدیریت مالی مشابه با حرکت برق خورشیدی وجود داشته باشد که به خانوارها اجازه می دهد تا وام های کم بهره را بدست بیاورند که می تواند به صورت اقساطی برای خرید این لوازم پرداخت شوند (جوردیچ ، ۲۰۱۷).



شکل ۷- کل تقاضای برآورده نشده طبق اقدامات مدیریتی مختلف



شکل ۸- کل تقاضای آب طبق سناریوهای مرجع، آینده احتمالی و سناریوهای آینده خوش بینانه



شکل ۹- کل تقاضای برآورده نشده طبق سناریوهای مرجع، آینده احتمالی و سناریوهای آینده خوش بینانه

تقریباً ۵۷ درصد (۷۹، n=139) از مخاطبان از مفهوم مدیریت آب آگاه هستند. در میان گزینه های خاص، اکثریت مردم در مورد مدیریت آب از طریق آموزش در مدرسه یا دانشگاه آگاه شده اند. فقط تعداد کمی از افراد در مورد مدیریت آب از مقامات دولتی یا از طریق برنامه های کارگاهی یا سمینار در دفاتر خود اطلاعات کسب کردند. با این حال، بیشتر مردم در مورد مدیریت آب از منابع دیگر مانند تلویزیون، روزنامه، رادیو، افراد دیگر، تجربه کمبود آب و شبکه های اجتماعی اطلاعات کسب کردند. از بین پاسخ دهندگانی که به پرسش در مورد آگاهی مربوط به فناوری برداشت آب باران از سقف خانه پاسخ دادند، ۷۰ درصد (۹۷، n=138) قبلاً از برداشت آب باران در سقف آگاه بودند. زمانی که در مورد علاقه آنها به نصب یک تجهیزات برداشت آب باران از سقف خانه پرسش شد، از ۱۳۳ مخاطبی که به این پرسش پاسخ دادند، ۳۹ درصد (۵۲، n=133) اظهار کردند که علاقه ای به نصب یک دستگاه برداشت آب باران در خانه خودشان ندارند. در این بین، ۳۵ درصد (۴۶، n=133) علاقه خود به نصب یک سازه RWH را ذکر کرد در صورتی که دولت یا سازمان های غیردولتی آنها رایگان در اختیار آنها قرار دهد و ۲۱ درصد دیگر (۲۸، n=133) به نصب آن در صورت یک کم هزینه علاقه مند بودند. تنها ۵ درصد (۶، n=133) در صورتی که کل هزینه کمتر از ۵۰۰۰۰۰ روپیه بود علاقه مند به نصب این دستگاه بودند. بنابراین ۶۰ درصد (۸۰، n=133) از خانوارهای مخاطب تمایل به نصب یک دستگاه RWH در خانه خود با حمایت دولت یا سازمان های دیگر دارند. این مقدار نشان می دهد که یک محیط متغیر برای ارتقای ساختار RWH برای خانوارها از طریق دولت یا سازمان های دیگر وجود دارد. در واقع، NWS & DB، دبیرخانه منطقه، و سایر سازمان های غیردولتی در حال حاضر از خانواده های علاقه مند برای ایجاد تاسیسات برداشت آب باران پشتیبانی می کنند.

در میان خانوارهای مخاطب تنها یک خانوار از منطقه کم آب کاراودی شرق یک دستگاه RWH را در خانواده خود نصب کرد که از طریق NWS & DB به صورت رایگان دریافت کرد. این خانوار قادر است تا ۸۰۰۰ لیتر آب باران را ذخیره کرده و از آب برای پخت و پز و نوشیدن در طی یک سال استفاده کند. در میان پاسخ دهندگان که اظهار داشتند علاقه ای به تعمیر RWH در خانه خود ندارند، هیچ ضرورتی برای این مورد وجود نداشت که آب به طور مداوم از چاه آنها استخراج شود، که به علت عدم کمبود آب، عدم فضا برای حفظ مخزن و ضرورت های نگه داری، نگرانی در مورد خالص بودن آب باران و عدم آشنایی با استفاده از آب باران می باشد.

۳.۶. کارایی مداخلات مدیریت در کاهش تقاضای برآورده نشده

با استفاده از اطلاعات موجود در سایتهای مختلف تقاضا و منابع عرضه، سیستم منبع آب موجود جافنا سری لانکا در مدل WEAP در حساب های کنونی نشان داده شد (شکل ۵). جزئیات مصرف و عرضه سال ۲۰۱۶ به عنوان سال پایه در نظر گرفته شد. با استفاده از جزئیات سال کنونی، سناریوهای مرجع با پیش بینی تغییرات در کل تقاضای آب و تقاضای برآورد نشده بین سال های ۲۰۱۶ و ۲۰۳۰ تدوین شد. مطابق برآوردهای حساب های کنونی، کل تقاضای آب و تقاضای برآورد نشده در منطقه جافنا در سال ۲۰۱۶ و ۱۹۶ میلیون متر مکعب (میلیون متر مکعب) و ۴۷،۴ میلیون متر مکعب بود. در سال پایه ۲۰۱۶، تقاضای آب خانگی، کشاورزی و صنعت به ترتیب ۴۴،۵ میلیون متر مکعب 147، میلیون متر مکعب و 4.43 میلیون متر مکعب هستند. سناریوی مرجع نشان می دهد که اگر الگوهای مصرف کنونی بدون هیچ تغییری در سیستم عرضه ادامه یابد، یک تقاضای آب کل 203.4 میلیون متر مکعب و تقاضای آب برآورده نشده ۵۱،۷ میلیون متر مکعب در سال ۲۰۳۰ وجود خواهد داشت (شکل ۶).

چهار مداخله مدیریت برای مشاهده تأثیر فردی آنها روی کاهش تقاضای برآورده نشده با اجرای چهار سناریوی مختلف برمبنای آنها در نظر گرفته شد. چهار مداخله مدیریتی عبارتند از: افزایش شارژ، کاهش مصرف سرانه، داشتن منابع آب اضافی و کاهش آب بدون درآمد. همان طور که در شکل ۷ نشان داده می شود، افزایش تغذیه آب های زیرزمینی تا ۳۳،۳ درصد به کاهش ۳۱ میلیون متر مکعب تقاضای برآورده نشده در مقایسه با سناریوی مرجع برای سال ۲۰۳۰ منجر می شود. بعد از افزایش تغذیه آب های زیرزمینی، کاهش مصرف سرانه روی می دهد یعنی هر نفر ۱۰۰ میلیون متر مکعب مصرف می کند که بطور قابل توجه ای تقاضای برآورده نشده برای سال ۲۰۳۰ را از ۵۱،۷ میلیون متر مکعب در سناریوی مرجع به ۳۷،۱ میلیون متر مکعب کاهش می دهد. تمامی منابع دیگر با هم تقاضای برآورده نشده را به ۴۶،۱ میلیون متر مکعب کاهش می دهند که در سناریوی مرجع سال ۲۰۳۰ خواهد بود. تمامی منابع آب دیگر از جمله الگوی تأمین آب اصلی که در سال ۲۰۳۰ اعمال می شود و ۲۴۰۰۰ میلیون متر مکعب را در هر روز تولید می کند و ساختارهای برداشت آب باران اضافی که در سال های ۲۰۱۸ و ۲۰۲۵ نصب می شود. کاهش آب بدون درآمد تنها با کاهش ۰/۱ میلیون متر مکعب نسبت به سناریوی مرجع برای سال ۲۰۳۰ به کمترین میزان تقاضای تأمین نشده منجر می شود. با این حال، جای تعجب



نیست زیرا فقط برای ۵ درصد ٪ از جمعیت جافنا آب عرضه شده و آب بدون درآمد تنها برای این جمعیت قابل اجرا است. بنابراین، کاهش آب بدون درآمد از ۲۰ به ۱۰ درصد تغییر عمده ای در کاهش کمبود آب در منطقه جافنا ندارد. مقایسه چهار سناریوی دخالت مدیریت نشان می دهد که افزایش تغذیه آب های زیرزمینی و کاهش مصرف سرانه پتانسیل قابل توجهی را برای کاهش تقاضای برآورده نشده دارند. بنابراین، این دو مداخله مدیریتی باید همراه با داشتن منابع آب اضافی اجرا شوند. همچنین، چهار سناریو نشان داده اند که با وجود این که دخالت های مدیریت توان کاهش تقاضای برآورده شده را دارند، هیچ یک از مداخله ها به تنهایی نمی توانند تقاضای برآورده نشده را به صفر برسانند. علاوه بر سناریوهای مبتنی بر مداخلات فردی مدیریت، دو سناریوی ترکیبی نیز با ترکیب برخی عوامل و یا مداخلات ایجاد شده اند و به عنوان ویژگی آینده معقول و آینده ای خوش بینانه نامگذاری شده اند. سناریوی قابل قبول آینده با ترکیب محرک های بالقوه و مداخلات مدیریتی تدوین شده است که بر منابع آب جافنا در بین سال های ۲۰۱۶ و ۲۰۳۰ تأثیر می گذارند. فرضیه های مربوط به رانندگان و مداخلات مدیریتی در نظر گرفته شده در این سناریو عبارتند از دو برابر شدن تقاضای آب صنعتی تا سال ۲۰۳۰، افزایش مصرف سرانه تا ۲۵۰ میلیون متر مکعب، کاهش تغذیه آب های زیرزمینی تا ۲۰ درصد بارندگی سالیانه، سازه های برداشت نصب شده تا سال ۲۰۱۸، و الگوی عرضه آب عمده تا سال ۲۰۲۰ که منابع آب اضافی را ارائه کرده و اقلیم آن خشک می باشد. بنابراین، محرک ها و مداخلات مدیریتی که احتمالاً اتفاق می افتد در این سناریو در نظر گرفته شده اند. از طرف دیگر، سناریوی خوش بینانه تلاش می کند تأثیر ترکیبی همه مداخلات مدیریتی را در کاهش تقاضای برآورده نشده در نظر بگیرد. همراه با چهار مداخله مدیریتی، که قبلاً به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته بودند، یک تصفیه خانه فاضلاب که از سال ۲۰۲۵ هر ماه ۲,۲۸۳ میلیون متر مکعب آب تصفیه شده ارائه می شود نیز در این سناریو قرار دارد. برای سال ۲۰۳۰ در مقایسه با سناریوی مرجع، کل تقاضای آب به ۲۲۲,۷ متر مکعب در سناریوی عملی افزایش داده و در سناریوی خوش بینانه آینده به ۱۷۸,۱ میلیون متر مکعب کاهش یافته است. از طرف دیگر تقاضای برآورده نشده از ۵۱,۷ میلیون متر مکعب در سناریوی مرجع در سال ۲۰۳۰ به ۱۲۹,۰ میلیون متر مکعب تحت سناریوی قابل قبول آینده در سال ۲۰۳۰ افزایش یافته و در سناریوی خوش بینانه آینده در سال ۲۰۳۰ به صفر می رسد. بنابراین، بدیهی است که حتی با یک منبع آب اضافی که بخاطر تأثیر عوامل احتمالی در نظر گرفته شده است، که شامل دو برابر شدن تقاضای صنعتی تا سال ۲۰۳۰ می باشد، افزایش مصرف سرانه، کاهش تغذیه آب های زیرزمینی و اقلیم خشک با هم، کل تقاضای برآورده نشده بطور قابل توجهی به ۷۷,۳ میلیون متر مکعب در سال ۲۰۳۰ افزایش خواهد یافت. این بدان معناست که بهره برداری شدیدی از سفره های زیرزمینی سنگ آهک یافنا، سریلانکا صورت خواهد گرفت زیرا در حال حاضر محدودیتی در میزان آب قابل برداشت از آنها وجود ندارد. این امر منجر به استفاده ناپایدار از منابع، تخریب بیشتر کیفیت و تهدید پایداری طولانی مدت منابع می شود. سرانجام این امر می تواند به یک وضعیت بحرانی منجر شود زیرا منبع اصلی دیگری از آب زیرزمینی در جافنا، سریلانکا در دسترس نیست. از طرف دیگر، همانطور که در سناریوی خوش بینانه آینده مشاهده می

شود ، اجرای هر چهار مداخله مدیریتی همراه با داشتن یک تصفیه خانه فاضلاب به تأمین تمام تقاضای آب منطقه کمک می کند.

در این مطالعه از رویکرد سناریو برای مشاهده کارایی مداخلات مدیریتی در کاهش نقص استفاده شد و تأثیر عوامل و مداخلات مدیریت نشان داده می شوند که احتمالاً بر آینده منبع آب جافنا تأثیر می گذارد. این کار انجام شد تا یک نمونه را برای نمایش نوع رویکرد و ابزارهایی نظیر WEAP مشخص می کند که می تواند برای برنامه ریزی منابع آب در یک زمینه استفاده شده که در آن مدیریت منابع آب در برنامه ریزی و مدیریت منابع آب در نظر گرفته شده است. فرضیه های عوامل و مداخلات مورد نظر از مصاحبه و ادبیات تحقیق ناشی می شود. بنابراین ، سطح عدم قطعیت در نظر گرفته نده و رویکرد سناریو به عنوان یک مثال بکار رفت تا عوامل و کارایی مداخلات مورد نظر نشان داده می شود. با این حال ، در نظر گرفتن عدم قطعیت بخصوص در انطباق با تغییر اقلیم در برنامه ریزی مدیریت منابع آب مهم است. بنابراین ، تحقیق و برنامه ریزی آینده در مورد مدیریت منبع آب در جافنا لازم است به عدم قطعیت های درگیر در عوامل و مداخلات مدیریت بالقوه توجه شود که بر منابع آب تأثیر گذاشته و شامل یک طیف وسیع از سهامداران می باشد و روش شناسی مدیریت انطباق و قالب گیری برگشتی بکار گرفته می شود (وان در ووم و همکاران ، ۲۰۱۰ ، ۲۰۱۷).

۴. نتیجه گیری

از طریق یک نظرسنجی خانوار با ۱۴۲ خانوار متعلق به منطقه روستایی سرشار از آب ، منطقه روستایی با کمبود آب ، منطقه ساحلی و منطقه شهری جافنا ، سری لانکا ، این تحقیق نشان می دهد که از نظر میزان کل آب مصرفی در یک خانوار و مصرف سرانه از نظر آماری تفاوت معناداری وجود ندارد. در جافنا سری لانکا یک فرد بطور متوسط ۲۰۰ لیتر آب را در یک روز مصرف می کند. سهولت استخراج آب با استفاده از یک موتور برقی و دسترسی مداوم به آب از طریق داشتن منبع آب فردی می تواند دلیلی برای تغییر آماری معنادار در میان مناطق باشد.

در تحلیل های همبستگی ، عواملی که یک همبستگی مثبت را با کل آب مصرف شده در یک خانوار نشان شامل بعد خانوار ، داشتن منبع آب شخصی ، تعداد کودکان ، بالاترین سطح تحصیلات در خانواده ، سطح تحصیلات سرپرست خانوار ، درآمد ماهانه ، دفعات دوش گرفتن و دسترسی به آب در تمام ۲۴ ساعت می باشد. سن سرپرست خانوار از نظر آماری با کل آب مصرفی یک خانوار همبستگی منفی داشت . با استفاده از این نه متغیر که همبستگی بالایی با کل آب مصرفی یک خانوار در یک روز نشان داد ، تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه انجام شد. مدل ایجاد شده توسط تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه ، بعد خانوار و داشتن منبع آب اختصاصی را می توان به عنوان پیش بینی کننده های مهم کل آب مصرفی در یک خانه در یک روز شناسایی کرد. این مدل از لحاظ آماری معنادار است و ۳۰٫۴ درصد تغییر را در کل آب مصرف شده در یک خانوار شرح می دهد.



در مورد صرفه جویی در مصرف آب در سطح خانوار، بیش از ۵۰ درصد از خانوارهای پاسخگو اظهار داشتند که در حفاظت آب مشارکت نمی کنند و دلیل اصلی آن دسترسی مستمر به آب از طریق منبع شخصی می باشد. در این میان عادات صرفه جویی در آب، برطرف کردن فعال نشستی ها، بستن شیرها در زمان عدم استفاده، تمیزکردن کف، بازیافت پساب و مواد شستشوی جمعی عادهایی است که در حال حاضر خانوارهای پاسخ دهنده بیشتر درگیر آنها هستند. در مقایسه با این عادات، افراد کمتر به دوش گرفتن کمتر و کوتاه تر توجه می کنند و به مصرف آب خود توجه کرده، سعی می کنند تا فناوری های کارآمد آب را به کار گرفته، آب باران را جمع آوری و مصرف کنند و مصرف آب بطری را کاهش دهند. در میان وسایل کم مصرف آب که در حال حاضر در خانوارها استفاده می شود، یک توالت فرنگی کم مصرف و یک ماشین لباسشویی با مصرف آب کم مصرف ترین دستگاه ها هستند. بیش از نیمی از پاسخ دهندگان در حال حاضر از مدیریت آب و فن آوری برداشت آب باران در پشت بام آگاه هستند. حدود ۶۰٪ از پاسخ دهندگان مایل به نصب سازه برداشت آب باران در خانه خود هستند و اگر هزینه آن کمتر از ۵۰۰۰۰ روپیه باشد، ۵٪ مایل به اصلاح آن با هزینه شخصی خود هستند و چنانچه به صورت رایگان یا یارانه ای باشد مابقی مایل به تثبیت آن می باشند.

مدل سازی سناریو با استفاده از نرم افزار ارزیابی و برنامه ریزی آب (WEAP) امکان مقایسه سناریوهای شرطی مختلف را بر مبنای عوامل مختلف، مداخلات مدیریت یا هر دو را امکان پذیر می کند. سناریوی مرجع نشان می دهد اگر الگوهای مصرف کنونی بدون هیچ اختلالی ادامه یابد، در سال ۲۰۳۰ یک تقاضای آب برآورد نشده ۵۱٫۷ میلیون متر مکعب می باشد. در حالی که هر کدام از مداخلات مدیریتی قادر به کاهش تقاضای آب تحقق نیافته تا اندازه ای وجود ندارد، هیچ یک از آنها قادر نیستند در زمان اجرا بطور فردی به صفر کاهش یابد. یکی از سناریوهای ترکیبی با نام آینده خوش بینانه نشان می دهد که وقتی همه مداخلات مدیریتی، مانند افزایش شارژ، کاهش مصرف سرانه، داشتن منابع آب اضافی و کاهش آب غیر درآمد همراه با تصفیه خانه، با هم اجرا شده، تقاضای محقق نیافته برای سال ۲۰۳۰ وجود ندارد. از این رو، برای جلوگیری از کمبود آب در آینده و مدیریت منابع آب زیرزمینی جافنا سری لانکا بطور پایدار اجرای تمامی مداخلات مدیریتی با هم مهم است. این تحقیق نشان می دهد چگونه یک بررسی فرا رشته ای با بکارگیری مدل WEAP می تواند برای برنامه ریزی و مدیریت منبع آب کارآمد بکار رود.

پیشنهادات

بر اساس یافته های این تحقیق پیشنهادات زیر برای مدیریت منبع آب زیرزمینی جافنا سری لانکا به صورت پایدار با مشارکت خانوارها ارائه شده اند. اول از همه، سرانه کنونی مصرف ۲۰۰ لیتر در ماه است، که دو برابر حداقل نیاز آب یعنی ۵۰ تا ۱۰۰ لیتر برای رفع نیازهای اساسی، از جمله نوشیدن، بهداشت، شستن لباس ها، آماده سازی غذا، و بهداشت فردی و خانگی می باشد که توسط سازمان بهداشت جهانی پیشنهاد شده است. بنابراین، با کاهش مصرف سرانه، امکان مدیریت تقاضا وجود دارد. برای کاهش مصرف سرانه ابتدا مردم باید به طور متوسط از میزان آب مورد نیاز برای تأمین تمام نیازهای



اولیه به مردم آگاه شوند و باید به آنها اطلاع داد که در واقع آنها بیش از میزان مورد نیاز آب و اهمیت آب استفاده می کنند. با ترویج استفاده از تجهیزات کارآمد آب، نظیر توالت آب کم مصرف، سردوش های جریان کند، ماشین های لباسشویی کم مصرف، شیرهای دارای کلاهک در بازار عرضه می شود که این تجهیزات به همراه برچسب غذای کارآمد عرضه می شود. این آگاهی ها را می توان توسط مقامات منصوب شده از واحدهای بازدید ارائه کرد که خانوارها را از نیاز به حفاظت و ارائه اطلاعات در مورد مدیریت آب خانوار مشابه با برنامه آگاهی از سلامت عمومی در مورد تب دنگ از طریق بازدیدهای بازرسان بهداشت عمومی مطلع می کند. همانطور که پاسخ دهندگان اظهار داشته اند که بازدید مقامات به خانواده ها کمک می کند تا در مورد صرفه جویی در مصرف آب و همچنین جدی گرفتن آن و تمرین آن یاد بگیرند. علاوه بر این، اطلاعات آگاهی را می توان در روزنامه ها و رسانه های اجتماعی به اشتراک گذاشت.

در حال حاضر، تعداد کمی از افراد در برداشت آب باران در خانه خود درگیر هستند و برخی در مورد جمع آوری و استفاده از آب باران نگران هستند چون با آن آشنایی ندارند و به دلایل بهداشتی نیز می باشد. بنابراین، باید برخی آگاهی ها در مورد تناسب آب باران برای مصرف خانوار وجود داشته باشد. علاوه بر این، برنامه های توزیع RWH کنونی برای خانوارها از طریق دبیرخانه منطقه و سازمان های غیردولتی به خانوارها باید افزایش یابد و همچنین می توان از مشوق های مالی یا تخفیف برای تشویق مردم برای نصب RWH در خانه به صورت خودکار استفاده کرد. علاوه بر این، مردم باید در مورد نحوه حرکت آب زیرزمینی دانش پایه را کسب کنند طوری که بدانند استخراج بیش از اندازه می تواند پیامدهای منفی را برای خانوارهای مجاور داشته باشد و ممکن است استخراج آنها را کاهش دهد. علاوه بر این، تأثیر منفی سیمانی شدن حیات های جلو و عقب بر روی تغذیه آب های زیرزمینی لازم است برای افراد شرح داده شود تا خانوارها در تغذیه آب های زیرزمینی آب زیرزمینی مشارکت کنند.

در بلندمدت، برای کنترل استخراج آب زیرزمینی توسط خانوار در منطقه ممکن است تأمین آب به صورت لوله کشی برای تمامی خانوارها با قیمت گذاری حجمی ارائه شود و نه اجازه دادن به خانوارها برای داشتن یک منبع شخصی آب با محدود کردن استفاده از چاه ها و چاه های لوله ای. قیمت گذاری حجمی را می توان به صورتی انجام داد که به تمامی خانوارها اجازه دهد تا از آب عرضه شده برای رفع نیازهای اساسی خود استفاده کنند، اما فراتر از محدوده مجاز هزینه های هر واحد اضافی بطور بازدارنده گاران قیمت هستند. با این حال، پویایی این الگو لازم است از لحاظ هزینه های مرتبط و پذیرش توسط خانوارها در نظر گرفته شود.

مطابق اعلامیه دولت در مارس ۲۰۱۷، تمامی فعالیت های کشاورزی تجاری یا صنایع که بیشتر از ۳۰۰۰۰ لیتر آب را در هر ماه مصرف می کنند، که بیشتر از ۱۰۰۰ لیتر در یک روز است، باید گزارش حفاظت از محیط را از هیئت منابع آب دریافت و لازم است اطلاعات مربوطه در مورد منبع آب خودشان را ارائه کنند. با این حال، این کار تنها برای صنایع و فعالیت های تجاری عملی است و هیچ محدودیتی برای بخش خانگی در مورد این خانوارها وجود ندارد که بیش از ۱۰۰۰ لیتر آب را در هر روز مصرف می کنند. در واقع، همانطور که از نتایج این مطالعه دیده می شود، خانوارهایی وجود دارند که بیش از

۱۰۰۰ لیتر در روز آب مصرف می کنند. بنابراین، الزاماتی که از صنایع و فعالیتهای تجاری انتظار می رود می تواند به خانوارها نیز تعمیم یابد. این امر همچنین به اطمینان از رعایت استانداردهای کیفیت آب و در دسترس بودن داده ها برای نظارت طولانی مدت و اقدامات کمک می کند.

علاوه بر این، استخرهای کنوین که تعداد آنها حدود ۱۰۰۰ عدد می باشد اما باید نوسازی شوند تا بتوانند در تغذیه آب های زیرزمینی نقش داشته باشند. همچنین، مکان های مناسب برای تغذیه مصنوعی باید با استفاده از فناوری GIS مورد کاوش قرار گیرند و دولت محلی باید از تغذیه مجدد آبخوان مدیریت شده پشتیبانی کند. سنگ فرش های نفوذ پذیر نیز باید در مکان ها و جاده هایی که با بتن جایگزین می شوند، برای افزایش تغذیه آب های زیرزمینی جایگذاری شوند. علاوه بر این، باید یک سیاست یا قانون گذاری وجود داشته باشد که تمامی خانه های تازه احداث شده، نهادهای تجاری و ساختمان های عمومی را ملزم کند تا سازه های برداشت آب و تجهیزات نصب شده کارآمد آب را داشته باشند. در واقع، در کشور همسایه هند در ۱۸ ایالت نصب سازه های برداشت آب باران برای تمامی سازه های جدید لازم می باشد (آرفانوزامان و رحمان^۱، ۲۰۱۷).

علاوه بر این، منطقه باید یک راهبرد توسعه را تدوین کند که پایداری منابع آب خود را از طریق یک سیاست آب در نظر بگیرند. این راهبرد توسعه ممکن است کاشت محصولات کمتر حساس به آب، استفاده از فناوری کارآمد آبیاری و مزارع کشاورزی تجاری پایدار اشتراکی را ترویج دهد، که مدیریت مصرف آب کشاورزی را آسان کرده و درآمد پایدار را برای کشاورزان ایجاد می کند. همچنین، این راهبرد باید اسکان مجدد مداوم و فعالیت های حمایت از معیشت را در نظر گرفته و سازه های برداشت آب باران و تجهیزات کارآمد آب باران را عرضه کرده و حمایت معیشتی را از مشاغل کمتر مصرف کننده آب برای سکونت مجدد خانوارها فراهم کند. علاوه بر این، در بلندمدت منطقه ممکن است نصب یک تصفیه خانه را در نظر بگیرد که می تواند پسماند خانگی تصفیه شده را برای کشاورزی تأمین کند. این امر باعث کاهش برداشت آب شیرین از سفره آب زیرزمینی می شود زیرا در حال حاضر کشاورزی عمده ترین مصرف کننده کل آب برداشت شده است. سرانجام، حتی اگر تحقیقات زیادی در مورد منابع آب جافنا سری لانکا انجام شده است، اما پراکنده می باشند و هیچ همکاری عمده میان محققان وجود ندارد. این نتایج داده های زیر را نشان می دهند، اما داده ها پراکنده و غیرقطعی هستند. لذا باید یک برنامه تحقیقاتی حمایتی زیر نظر دانشگاه جافنا وجود داشته باشد که به جمع آوری مستمر داده ها، نظارت به موقع و تدوین راه حل ها برای مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی جافنا سری لانکا کمک می کند. این برنامه تحقیقاتی باید دانشجویان، دانشگاهیان، سازمانهای مرتبط با آب مانند هیئت ملی تأمین آب و زهکشی، هیئت منابع آب، بخش آبیاری و بخش کشاورزی، دبیرخانه منطقه ای، عموم مردم و کشاورزان را شامل شود. در کل، برای مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی منطقه جافنا، سریلانکا باید مداخلات مدیریتی را با پیروی از رویکرد مدیریت یکپارچه منابع آب به طور فعال اجرا کند و مدل WEAP می تواند به عنوان ابزاری برای برنامه ریزی یکپارچه منابع آب استفاده شود.

¹ - Arfanuzzaman and Rahman



منابع

- Abiye, T., 2016. Synthesis on groundwater recharge in Southern Africa: a supporting tool for groundwater users. *Groundw. Sustain. Dev.* 2, 182–189.
- Arfanuzzaman, M., Rahman, A.A., 2017. Sustainable Water Demand Management in the face of Rapid Urbanization and Groundwater Depletion for Social-Ecological Resilience Building. *Global Ecol. Conserv.* 10, 9–22.
- Arulnesan, C.A., Kamsan, S., Rajeshkannan, N., Sivapalan, K., Murugananthan, K., 2015. Contaminated public well water as a source of sporadic outbreak of enteric infection in Northern Sri Lanka. *Sri Lankan J. Infect. Dis.* 5 (2), 64–72.
- Basu, M., Hoshino, S., Hashimoto, S., DasGupta, R., 2017. Determinants of water consumption: a cross-sectional household study in drought-prone rural India. *Int. J. Disaster Risk Reduc.* 24, 373–382.
- BGR, 2008. *Groundwater and Climate Change: Challenges and Possibilities*. Retrieved from. http://www.geus.dk/programareas/water/denmark/rapporter/groundwater_and_%20climate_change_071108.pdf.
- Bhattacharya, P., Bundschuh, J., 2016. Groundwater for Sustainable Development – cross cutting the UN sustainable development goals – editorial. *Groundw. Sustain. Dev.* 1, 155–157.
- CGIAR, 2017. *Building Resilience through Sustainable Groundwater Use*. Retrieved from. <https://doi.org/10.5337/2017.208>.
- Dillon, P., Escalante, E.F., Tuinhof, A., 2012. *Management of Aquifer Recharge and Discharge Processes and Aquifer Storage Equilibrium: GEF-FAO Groundwater Governance Thematic Paper 4*.
- District Secretariat Jaffna, 2016. *Statistical Handbook 2016 Jaffna District*. Jaffna, Sri Lanka. District Secretariat Jaffna.
- District Secretariat Jaffna, 2017. *Statistical Handbook 2017 Jaffna District*. Jaffna, Sri Lanka. District Secretariat Jaffna.
- Djordjevic, M., 2017, March 23. Sri Lanka to Extend Loans for Rooftop Solar Systems. Retrieved from. <https://www.pv-magazine.com/2017/03/23/sri-lanka-to-extend-loans-for-rooftop-solar-systems/>.
- Fan, L., Liu, G., Wang, F., Geissen, V., Ritsema, C.J., 2013. Factors affecting domestic water consumption in rural households upon access to improved water supply: insights from the Wei river Basin, China. *PLoS One* 8 (8), 1–9.
- Feasibility report, 2006. *A Feasibility Study for Water Supply and Sanitation System for the Jaffna Peninsula* (ADB Project; Project No: 5068020). National Water Supply and Drainage Board, Jaffna, Sri Lanka.
- Fielding, K., Russell, S., Spinks, A., Mankad, A., 2012. Determinants of household water conservation: the role of demographic, infrastructure, behavior and psychosocial variables. *Water Resour. Res.* 48 (10), 1–12.
- Gorelick, S.M., Zheng, C., 2015. Global change and the groundwater management challenge. *Water Resour. Res.* 51 (5), 3031–3051.
- Grafton, R.Q., Ward, M.B., To, H., Kompas, T., 2011. Determinants of residential water consumption: evidence and analysis from a 10- country household survey. *Water Resour. Res.* 47 (8), 1–14.
- Groundwater Foundation, 2018. *What is Groundwater?* Retrieved from. <http://www.groundwater.org/get-informed/basics/groundwater.html>.



- Gun, J.V.D., 2012. Groundwater and Global Change: Trends, Opportunities and Challenges. Retrieved from. <http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/Groundwater%20and%20Global%20Change.pdf>.
- Hussien, W.A., Memon, F.A., Savic, D.A., 2016. Assessing and modelling the influence of household characteristics on per capita water consumption. *Water Resour. Manag.* 30 (9), 2931–2955.
- Joshua, W.D., Thushyanthy, M., Nanthagoban, N., 2013. Seasonal variation of water table and groundwater quality of the karst aquifer of the Jaffna Peninsula-Sri Lanka. *J. Natl. Sci. Found. Sri Lanka* 41 (1), 3–12.
- Kemper, K.E., 2007. Instruments and Institutions for Groundwater Management. Retrieved from. <http://publications.iwmi.org/pdf/H040046.pdf>.
- Kumara, I.G.C.I., Rathnayaka, S.S.K., Mayadunne, M.M.C.M., Rajapakse, R.R.G.R., 2013. Assessment of groundwater quality in Jaffna peninsula. *J. Geol. Soc. Sri Lanka* 15, 137–146.
- Mikunthan, T., Vithanage, M., Pathmarajah, S., Arasalingam, S., Ariyaratne, R., Manthritilake, H., 2013. Hydrogeochemical Characterization of Jaffna's Aquifer Systems in Sri Lanka. International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka.
- Panabokke, C.R., Perera, A.P.G.R.L., 2005, January. Groundwater Resources of Sri Lanka.
- Sampat, P., 2000, February. Groundwater Shock: The Polluting of the World's Major Freshwater Stores.
- Singh, N., Jacks, G., Bhattacharya, P., 2005. Women and community water supply programmes: an analysis from a socio-cultural perspective. *Nat. Resour. Forum* 29, 213–223.
- Singh, N., Bhattacharya, P., Jacks, G., Gustafsson, J., 2004. Women and modern domestic water supply systems: need for a holistic perspective. *Water Resour. Manag.* 18, 237–248.
- Sivakumar, S.S., 2015, February. Water Resources and Agriculture Development Strategy North East Province Volume 1 & 2: Special Emphasis on Irrigation Project in North.
- Smith, M., Cross, K., Paden, M., Laban, P., 2016. Spring – Managing Groundwater Sustainably. IUCN, Gland, Switzerland.
- Tharmendra, P., Sivakumar, S.S., 2016. Organizational management of groundwater by farmers for the sustainable utilization of water resource in Jaffna district of Northern Sri Lanka. *Int. J. Sci. Eng. Res.* 7 (1), 944–948.
- Timothy, O.O., Paul, I.I., 2014. Determinants of domestic water consumption in a growing urban centre in Osun state, Nigeria. *Afr. J. Environ. Sci. Technol.* 8 (4), 247–255.
- UNESCO, 2004. Groundwater Resources of the World and their Use. Retrieved from. <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001344/134433e.pdf>.
- UNESCO, 2018. The United Nations World Water Development Report 2018. Retrieved from. <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261424e.pdf>.
- UN-Water Decade Programme on Advocacy and Communication and Water Supply and Sanitation Collaborative Council. The Human Right to Water and Sanitation: Media Brief (N.d), Retrieved from. http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief.pdf.
- Van der Voorn, T., Pahl-Wostl, C., Quist, J., 2012. Combining backcasting and adaptive management for climate adaptation in coastal regions: a methodology and A South African case study. *Futures* 44, 346–364.
- Van der Voorn, T., Quist, J., Pahl-Wostl, C., Haasnoot, M., 2017. Envisioning robust climate change adaptation futures for coastal regions: a comparative evaluation of cases in three continents. *Mitig. Adapt. Strategies Glob. Change* 22, 519–546.



سومین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه شیراز

۴ الی ۶ آذرماه ۱۳۹۹



Villholth, K.G., Rajasooriyar, L.D., 2010. Groundwater resources and management challenges in Sri Lanka – an overview. *Water Resour. Manag.* 24 (8), 1489–1513.

Winjen, M., Augeard, B., Hiller, B., Ward, C., Huntjens, P., 2012, June. *Managing the Invisible: Understanding and Improving Groundwater Governance.*