



شناسایی عوامل تأثیرگذار بر مدیریت بهینه مصرف آب با رویکرد دانشگاه سبز

علی شهیدی*^۱، زهرا زراعتکار^۲، علی محمد نوفرستی^۳

^۱دانشیار و عضو هیئت علمی گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

^۲دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

^۳مربی و عضو هیئت علمی گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بیرجند

چکیده

بحران آب یکی از مسائل اساسی مناطق خشک و نیمه خشک و معضل توسعه پایدار در ایران است. این وضعیت در سال‌های اخیر به دلیل چالش‌های زیست محیطی فراوانی مانند گرم‌شدن زمین، پدیده خشکسالی، کاهش منابع طبیعی حادث شده است. از طرفی دیگر، تجربه نشان داده است که علم به تنهایی نمی‌تواند مشکلات آبی را حل کند و برای اجرای موفق لازم است از عقاید، نگرش‌ها و نیات رفتاری مردم نسبت به صرفه‌جویی آب برای طراحی بهتر سیاست‌ها و استراتژی‌هایی که نگرش مردم را به سمت صرفه‌جویی آب سوق دهد، استفاده گردد. دانشگاه‌ها نیز نقش مهمی در تربیت نیروهای متخصص با فراهم نمودن بستر مناسب برای ارائه آموزش‌های نوین علمی و عملی در راستای توسعه پایدار دارند. از آنجا که دانشگاه سبز رویکردی سه بعدی می‌باشد، در این تحقیق از سه بعد کاهش هزینه، ترویج رفتار سبز و تربیت نسل سبز برای شناسایی عوامل موثر بر مدیریت بهینه مصرف آب با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید. نتایج نشان داد معیارهای نهادینه کردن فرهنگ صرفه‌جویی با استفاده از آموزه‌های دینی اسلام در خصوص اهمیت صرفه‌جویی در آب، ارتباط سبز با صنعت با تربیت کارآموز سبز و بکارگیری تجهیزات کم مصرف آب بیشترین وزن‌ها را در بین معیارها به خود اختصاص دادند.

کلمات کلیدی: بحران آب، توسعه پایدار، دانشگاه سبز، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

* ashahidi@birjand.ac.ir



۱- مقدمه

امروزه نقش آب از یک ماده حیاتی فراتر رفته و به عنوان کالایی اقتصادی مورد توجه قرار گرفته است، به گونه‌ای که اهمیت و کاربرد آن در فعالیتهای مختلف اقتصادی، سبب شده که از آن به عنوان کلید توسعه پایدار نام برده شود. کمبود منابع آب از یک سو و عدم مدیریت مناسب در بهره‌برداری موثر از این منابع از سوی دیگر، مشکلات اصلی پیش‌روی توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور محسوب می‌شود. توزیع غیر یکنواخت آب در طول مکان و زمان، وجود بیشترین تقاضای آب در زمان وقوع کمترین بارندگی، عدم توازن بین عرضه و تقاضای آب و خصوصاً افزایش تقاضای آب به دلیل محدودیت منابع آبی و در بعضی مکان‌ها کاهش آن با تنزل کیفیت آب سفره‌های زیرزمینی به دلیل برداشت بیش از حد مجاز، پیشروی آب‌های شور، دفع غیر صحیح فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های صنعتی، بالابودن هزینه‌های تأمین آب جدید با رقابت شدید بین گروه‌های مصرف‌کننده آب به دلیل کمبود منابع آبی، استفاده ناکارآمد از آب، اتلاف زیاد آب در بخش کشاورزی و بالابودن آب به حساب نیامده در بخش شهری، و مکانیزم قیمت‌گذاری ناکارآمد از جمله مشکلات آبی کشور می‌باشد که مدیریت منابع آب کشور را پیچیده کرده است.

یکی از اهداف بلند مدت مدیریت راهبردی آب کشور، تعادل برقرار کردن بین تقاضای آب و منابع آب موجود با کمترین هزینه ممکن می‌باشد [۱]. برای پاسخگویی به نیاز روز افزون تقاضای آب در کشور، توسعه منابع آبی جدید شامل بهره‌برداری بهینه از منابع آبی باقیمانده، استفاده مجدد از فاضلاب، شیرین کردن آب‌های شور و افزایش تولید منابع موجود، در نظر گرفتن راهبردهای صرفه‌جویی آب در بخش‌های مختلف اقتصادی و توسعه روش‌های مدیریت کارآمد جدید را می‌توان نام برد.

گزینه‌های مختلفی برای مدیریت تقاضای مصرف آب از جمله سیاست‌گذاری مناسب، جیره‌بندی، استفاده از قطعات کاهنده مصرف آب و غیره وجود دارد، اما تجربه نشان داده که علم به تنهایی نمی‌تواند مشکلات آبی را حل کند. برای اجرای موفق اقدامات مدیریت تقاضا لازم است از عقاید، نگرش‌ها و نیات رفتاری مردم نسبت به صرفه‌جویی آب اطلاع حاصل شود تا سیاست‌ها و استراتژی‌هایی که نگرش مردم را به سمت صرفه‌جویی آب سوق دهد و همکاری آن‌ها را در زمینه اجرای اقدامات مدیریت تقاضا افزایش می‌دهد، بهتر طراحی شود. رشد و توسعه زمانی ارزشمند است که تخریب محیط زیست شامل هوا، زمین، آب و منابع پایه را به همراه نداشته باشد. دانشگاه‌ها نیز نقش مهمی در تربیت نیروهای متخصص ایفا می‌کنند، لذا یکی از وظایف مهم دانشگاه‌ها فراهم نمودن بستر مناسب برای ارائه آموزش‌های نوین علمی و عملی در راستای توسعه پایدار است.

برخی از مطالعات انجام شده در خصوص مدیریت مصرف آب در ایران به شرح زیر می‌باشند:

سالمی در سال ۱۳۸۱ (در تحقیقی شهر فریمان در استان خراسان را به عنوان پایلوت انتخاب و آمار و اطلاعات مورد نیاز به طور مستقیم بدست آورد. این اطلاعات عمدتاً شامل مقدار مصرف و نحوه تغییرات نشت آب در شبکه و امثالهم می‌باشد. در اندازه‌گیری‌های صورت گرفته پس از تجزیه و تحلیل جهت تعیین متوسط مصرف سرانه شهر، مقدار نشت آب به حساب نیامده در شبکه ضرایب ماکزیمم ساعتی و روزانه و پارامترهای مهم طراحی مشخص گردیده اند. به کمک اطلاعات بدست آمده و با استفاده از نرم افزار EPANET2 کالیبراسیون شبکه صورت پذیرفته و به وسیله مدل بهینه سازی غیرخطی اشاره شده طرح بهینه شبکه موجود تعیین و نتایج حاصله با روش‌های سنتی طراحی مقایسه گردیده است. نتایج بدست آمده علاوه بر قابلیت نسبتاً مناسب روش بهینه سازی بر مزیت روش‌های طراحی به کمک بهینه سازی نسبت به روش‌های سنتی تاکید می‌کند [۲].

صالح‌نیا و همکاران در سال ۱۳۸۶ در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که متوسط سرانه مصرف ۱۳۵ لیتر در شبانه روز

بوده و این سرانه از دوره اول تا دوره سوم سیر صعودی و از دوره چهارم تا دوره ششم سیر نزولی داشته است. همچنین بیشترین درصد مشترکان (70.35) درصد با ۵۰ درصد کل مصرف) مصرفی بین ۵ تا 22.5 مترمکعب در ماه و کمترین درصد مشترکان (0.51) درصد با مصرف 6.85 درصد کل مصرف) مصرفی بیش از ۶۵۵ مترمکعب را به خود اختصاص داده اند. نتایج ترکیبی تعرفه ها و مقادیر مصرف آب شرب نشان دهنده عدم تطابق بین الگوی مصرف جامعه آماری با الگوی مصرف پیشنهادی و تعرفه های وضع شده از طرف دولت است. این عدم تطابق باعث شده تنها تعرفه های موجود ابزاری برای کنترل مصرف آب شرب نباشند، بلکه تعرفه بسیار پایین در نظر گرفته شده برای بلوک های ابتدایی (که اکثراً مشترکان در محدوده انی بلوک ها هستند) اولاً خسارت بسیار بالایی را به شرکت های آب و فاضلاب کشور تحمیل کند و ثانیاً مشترکان را به مصرف بیشتر آب ترغیب نماید که با اهداف و سیاست های قیمت گذاری سازگاری ندارد [۳].

تابش و ذبیحی در سال ۱۳۸۷ نشان دادند که اضافه شدن قیود کیفی باعث می شود که علاوه بر تحلیل هیدرولیکی به تحلیل کیفی شبکه نیز پرداخته شود که این امر بار محاسباتی مسأله را زیادتیر می کند. برای بهینه سازی از روش الگوریتم ژنتیک که روشی نوین و پر قدرت و کارآمد است، استفاده شده است. برای تحلیل کیفی نیز از روش TDM استفاده شده است. در این مقاله با ذکر مثال سعی شده است که اثر در نظر گرفتن قیود کیفی با حالتی که این قیود در نظر گرفته نمی شود، مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد [۴].

مظلوم و یزدان داد در سال ۱۳۸۸ نشان دادند که بیشترین مصرف آب در ابتدا مربوط به فعالیتهای آشپزی - شستشوی ظروف و لباس سپس استحمام می باشد بقیه فعالیتها در رتبه های بعدی قرار می گیرند. تمایل مصرف کنندگان برای کاهش مصرف آب برحسب اولویت انتخاب آنان مربوط به فعالیتهای شستشوی ماشین و حیاط - آبیاری باغچه - حمام - سپس آشپزی و شستشوی ظروف و لباس می باشد. همچنین بر اساس نظر سنجی صورت گرفته راهکارهای بهینه سازی مصرف خانگی آب به ترتیب مربوط به بخشهای فرهنگ سازی، تبلیغات و اطلاع رسانی، بهبود و اصلاح وسایل انتقال آب، تشویق و تنبیه مشترکین و افزایش قیمت می باشد [۵].

مهمتایی و همکاران در سال ۱۳۹۲ در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که هر دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در اولویت بندی گزینه های دفن، روش های مناسبی هستند. نتیجه گیری: به دلیل اینکه در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، وزن دهی به گزینه ها با مقایسه زوجی گزینه ها نسبت به هدف صورت می گیرد و همچنین گزینه ها نسبت به تک تک معیارها مورد مقایسه زوجی، ارزیابی و امتیازدهی قرار می گیرند، این روش در این پژوهش از کارایی مناسبی برخوردار است و نتایج نهایی از دقت و اطمینان بالاتری برخوردار است [۶].

هدف از مقاله حاضر، بررسی و ارزیابی معیارهای موثر بر مدیریت مصرف آب با رویکرد دانشگاه سبز با استفاده از نظرات کارشناسان در زمینه مدیریت آب با بهره گیری از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره (AHP) می باشد.

۲- متن اصلی مقاله

۲-۱- منطقه مورد مطالعه:

دانشگاه بیرجند، قطب علمی و یکی از قدیمی ترین دانشگاه های شرق کشور، در شهر بیرجند، مرکز استان خراسان جنوبی واقع است.

شهر بیرجند در میان دره گسترده ای در جنوب خراسان در ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه طول شرقی نسبت به نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. این شهر در حوضه ای نسبتاً خشک در ۴۰ کیلومتری شرق لوت و تقریباً در مرکز دشت بیرجند قرار گرفته است. شهر بیرجند با توجه به موقعیت جغرافیایی و واقع شدن در حاشیه کویر و کمبود بارش سالانه (۱۶۷/۲ میلیمتر) و با میانگین دمای ۱۶/۴ درجه سانتیگراد و نیز تبخیر و تعرق بالا، اساساً با کمبود

شدید منابع آب بویژه آب‌های زیرزمینی مواجه است.

بزرگترین پردیس و سایت اصلی دانشگاه بیرجند (پردیس شوکت آباد) شامل سازمان مرکزی و معاونت‌های اداری و اکثر دانشکده هاست. هم چنین مجموعه‌های خوابگاهی/مذهبی/ورزشی و .. در سایت اصلی دانشگاه قرار دارند. بر اساس پیش‌بینی‌های انجام شده، با توجه به جمعیت نسبتاً پایین ساکن و شاغل در سایت پردیس شوکت آباد (۳۶۰۷ نفر) متوسط آب مورد نیاز بسیار بالا و در حدود ۲۲۳۹ مترمکعب در شبانه‌روز می‌باشد. همچنین متوسط مصرف سرانه سایت پردیس دانشگاه در افق ۲۰ ساله در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: متوسط مصرف سرانه سایت پردیس شوکت آباد در سال ۱۴۰۴ [۲]

کل آب مورد نیاز (m ³ /day)	مصرف سرانه کل (lpcd)	تلفات آب (lpcd)	مصرف سرانه فضای سبز (lpcd)	مصرف سرانه تجاری و صنعتی (lpcd)	مصرف سرانه عمومی (lpcd)	مصرف سرانه خانگی (lpcd)	جمعیت (نفر)	
۹۵۰	۱۸۰	۳۰	-	۱۰	۱۵	۱۲۵	۵۲۸۰	دانشجویان ساکن در خوابگاه‌ها
۵۱	۱۸	۳	-	-	۱۵	-	۲۸۲۰	دانشجویان غیر ساکن در خوابگاه‌ها
۱۸		۳	-	-	۱۵	-	۶۰۶	پرسنل غیر ساکن در کوی کارکنان
۱۲۸۷	۱۸۰	۳۰	-	۱۰	۱۵	۱۲۵	۷۱۵۰	افراد ساکن در کوی کارکنان
۲۳۰۶								جمع کل

۲-۲- نقش دانشگاه سبز در توسعه پایدار

تنها راهی که می‌تواند بشر را به امنیت انرژی در آینده رهنمون سازد یافتن یک روش پایدار برای تولید و استفاده از انرژی غیر مخرب محیط زیست، می‌باشد [۷]. در واقع تمام افراد جامعه در حرکت به سوی جهان پایدار نقش دارند ولی در این میان دانشگاه به عنوان کاتالیزور نقش مهمی را ایفا می‌کند. بدیهی است در صورتی آموزش‌ها و فرهنگ‌سازی زیست محیطی به تحکیم اخلاق زیست محیطی در جامعه منجر می‌گردند که بر پایه تحقیقات و پژوهش کافی بنا شده باشند و از آن طریق برنامه‌ها و فعالیت‌های در حال اجرا براساس اصول علمی و روش‌های اثربخش دنبال گردد. یک دانشگاه سبز باید سازگار با محیط و عاری از فعالیت‌های مخرب چرخه‌های طبیعی، استفاده از مواد غیرسمی و پاک، کاربری مجدد کالاها و مواد سازگار با محیط زیست و کارا و بهره‌ور در زمینه فعالیت‌های مختلف روزمره جهت به حداقل رساندن آلودگی‌های زیست محیطی باشد. در واقع دانشگاه سبز موظف به انجام تمامی طرح‌ها و برنامه‌هایی است که در راستای اهداف آن باشد. با توجه به اینکه آموزش یکی از موثرترین مولفه‌های تأثیرگذار بر توسعه هر کشور است، انجام اقداماتی در جهت افزایش آگاهی‌های زیست محیطی ضروری می‌باشد. از جمله این اقدامات، می‌توان به شناسایی وضع موجود مصرف، آب، انرژی و همچنین بررسی میزان ضایعات، تبیین سیاست‌ها و راهکارهای اجرایی در خصوص مدیریت سبز در دانشگاه، تهیه دستورالعمل‌ها، راهنماهای اجرایی و

چک لیست‌های کاهش مصرف برای واحدهای مختلف دانشگاه، تهیه راهنما و دستورالعمل در زمینه اشاعه فرهنگ زیست محیطی و اطلاع‌رسانی مناسب در سطح دانشگاه، حمایت از پایان‌نامه‌ها و طرح‌های پژوهشی مرتبط با مسائل زیست محیطی دانشگاه، برگزاری سمینارها، نشست‌های تخصصی، کارگاه‌های آموزشی، سخنرانی‌های علمی، جشنواره‌ها و مسابقات و غیره در خصوص دستیابی به مدیریت سبز، همکاری و هماهنگی با سایر نهادهای دولتی و خصوصی از جمله رسانه ملی در جهت ارتقاء فرهنگ زیست محیطی دانشگاه، دریافت گزارش‌های منظم از واحدهای مختلف دانشگاه جهت بررسی پیشرفت وضعیت واحدها و لزوم نگاه نظام‌مند به مبحث مدیریت HSE همگام با رویکردهای نوین جهان اشاره نمود [۷].

۲-۳- لزوم تحقق راهبردهای دانشگاه سبز

یکی از اهداف دانشگاه سبز تقویت آموزش و پژوهش با تأکید بر اصول حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار است. یک دانشگاه هنگامی می‌تواند در جامعه به عنوان یک دانشگاه سبز مطرح شود که در راستای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و استفاده کارآمد و بهینه از منابع و مواد مصرفی و بدون اسراف در مصرف مواد مورد نیاز روزمره بتواند به فعالیت خود به صورت پایدار ادامه دهد.

ضروری است برای تحقق راهبردها بایستی کمیته‌ای تشکیل و مسئولیت برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل راهبردهای دانشگاه سبز را به صورت مستمر به عهده گیرد. این کمیته می‌بایست از ویژگی‌های یک سازمان منظم برخوردار باشد تا بتواند اهداف و برنامه‌های مصوب را با دقت اجرا و کنترل نماید. هدف از تشکیل این سازمان نظام‌دهی و حمایت از فعالیت‌های کلیه اساتید، کارکنان و دانشجویان دانشکده‌های مختلف یک دانشگاه در جهت نیل به اهداف توسعه پایدار خواهد بود.

در یک دانشگاه سبز مبانی توسعه پایدار می‌بایست در کلیه جنبه‌های مهم یاد شده مانند مدیریت ساخت و طراحی، نوسازی کلیه ساختمان‌ها، خرید لوازم و مواد مورد نیاز فعالیت‌های پژوهشی، چشم‌انداز عمومی دانشگاه، انرژی، آب، مواد زاید، انتشار مواد، حمل و نقل، سلامتی انسان و بهره‌وری وارد شود. با توجه به ساختار وسیع وظایف یاد شده و ضرورت مدیریت و برنامه‌ریزی آن ضروری است یک کمیته، مسئولیت راهبری کلیه این وظایف را به عهده داشته باشد که مهم‌ترین ویژگی‌های افراد این کمیته دارابودن پایه علمی مناسب، آشنایی به فعالیت‌های مختلف دانشگاه و فرآیندهای آن و همچنین دارای شخصیت مناسب و قابل اعتماد و متعهد و آشنا به جنبه‌های زیست محیطی و اثرات آن می‌باشد.

۴-۲- وزندهی پارامترها براساس روش فرآیند سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه است که توسط ساتی^۱ در دهه ۱۹۸۰ ابداع گردید. این روش هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم‌گیری روبرو است، می‌تواند مفید باشد. شاخص‌ها می‌توانند کمی و یا کیفی باشند. اساس این روش بر مقایسات زوجی نهفته است. هدف از وزندهی به معیارها آن است که بتوان اهمیت هر معیار را در مقایسه با معیارهای دیگر بیان کرد که در این پژوهش از روش سلسله مراتبی برای وزندهی لایه‌ها استفاده شده است.

فرآیند رتبه بندی و اولویت بندی گزینه‌ها در روش AHP در برگیرنده مراحل به شرح زیر می‌باشد:

(۱) ساختن سلسله مراتبی: اولین گام ترسیم یک نمایش گرافیکی از مسئله است که در آن هدف از تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی از عوامل و عناصر تشکیل دهنده تصمیم‌ترسیم می‌شود. در واقع در این مرحله سطوح مختلف تحلیل به صورت سلسله مراتبی و گرافیکی به تصویر کشیده می‌شوند.

^۱Saaty(1980)



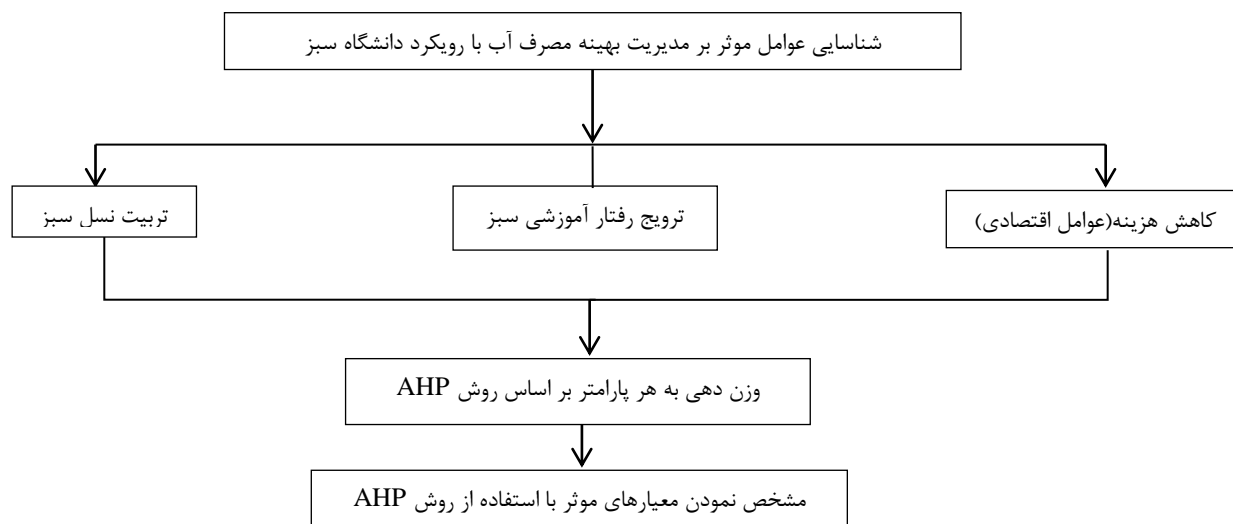
۲) مقایسه زوجی و وزن دهی در AHP: در این مرحله عناصر هر سطح نسبت به یکدیگر به صورت زوجی (دوبه دویی) مقایسه شده و وزن دهی می‌شوند. مقایسه و وزن دهی به عناصر در یک ماتریس ثبت می‌شود که در آن K تعداد معیارها در هر سطح می‌باشد (در این بررسی یک ماتریس). مقایسه زوجی به صورت ارزش گذاری عنصر سطر نسبت به عنصر ستون صورت می‌گیرد و برای ارزش گذاری نیز معمولاً از یک مقیاس فاصله ای از ۱ تا ۹ استفاده می‌شود (جدول ۲). ارجحیت یک گزینه یا عامل نسبت به خودش مساوی با یک است، لذا اصل معکوس بودن یک عامل نسبت به دیگری و ارجحیت یک برای یک عامل یا گزینه نسبت به خودش، دو خاصیت اصلی ماتریس مقایسه‌ای دو به دویی در فرآیند AHP هستند.

۳) محاسبه نرخ سازگاری: نرخ سازگاری در روش AHP شاخصی است که سازگاری مقایسه ها را نشان می دهد. این نرخ گویای درجه‌ی صحت و دقت ارزش گذاری ها در مقایسات زوجی است، چنانچه نرخ مذکور برابر و کمتر از ۰/۱ باشد می توان ارزش گذاری ها و مقایسات را خوب و صحیح دانست، در غیر اینصورت ارزش گذاری زوجی باید دوباره انجام گرفته یا اصلاح شود.

جدول ۲: نحوه ی ارزش گذاری ارجحیت در ماتریس مقایسه زوجی

مقدار ارزش (امتیاز)	درجه ی اهمیت در مقایسه زوجی
۱	با اهمیت و ارجحیت یکسان
۳	کمی مرجح یا کمی مهمتر
۵	ارجحیت زیاد
۷	ارجحیت خیلی زیاد
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم تر

با توجه به موضوع و هدف تحقیق، نخست عوامل مؤثر در مدیریت مصرف آب با رویکرد دانشگاه سبز، بر اساس تجارب و مطالعات انجام شده و با نظر کارشناسان شناسایی و با توجه به معیارهای مشخص شده، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و نرم افزار Expert Choice برای امتیازدهی استفاده گردید. شکل شماره ۱ فلوجارت مراحل تحقیق را با استفاده از روش AHP را نشان می‌دهد. وزن هر کدام از معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی مشخص و در نهایت معیارهای تأثیرگذار شناسایی گردیدند.



شکل ۱: فلوچارت مراحل وزن دهی معیارهای موثر بر مدیریت مصرف آب با استفاده از روش AHP

معیارها و زیرمعیارهای موثر با نظر کارشناسان شناسایی و در نهایت سه معیار اصلی و ۱۳ زیرمعیار برای مدیریت مصرف آب به دست آمد که به شرح جدول ۳ می باشد.

جدول ۳: معیار و زیرمعیارهای مورد استفاده در تحقیق

زیرمعیار	معیار
بکارگیری تجهیزات کم مصرف آب (C2)	عوامل اقتصادی (کاهش هزینه‌ها) (S1)
استفاده از روش های نوین توزیع آب برای آبیاری فضای سبز (C4)	
برگزاری دوره های آموزشی در زمینه اصلاح الگوی مصرف آب (C7)	ترویج رفتار آموزشی سبز (S2)
استفاده از کاتالوگ های آموزشی جهت بهبود و آگاهی برای مصرف بهینه آب (C9)	
ارتباط سبز با صنعت با تربیت کارآموز سبز (C11)	تربیت نسل سبز (S3)
استقرار دفتر کار سبز در دانشگاه برای ترویج و نهادینه کردن مدیریت مصرف آب (C13)	
	اصلاح تأسیسات و تجهیزات بهداشتی، بهبود وسایل گرمایشی و سرمایشی به منظور کاهش مصرف آب (C1)
	نظارت بر اجرا و نصب تأسیسات آب ساختمان های آموزشی، خوابگاه و سلف سرویس (C3)
	استفاده از پساب تصفیه خانه دانشگاه برای آبیاری فضای سبز (C5)
	تألیف کتب آموزشی در دانشگاه ها برای اصلاح الگوی مصرف آب (C6)
	نهادینه کردن فرهنگ صرفه جویی با استفاده از آموزه های دینی اسلام در خصوص اهمیت صرفه جویی در آب (C8)
	اقدامات آموزشی و فرهنگی متمرکز بر رویکرد سبز مانند برنامه های آموزشی غیر درسی (C10)
	تبادل سبز با نهادهای حاکمیتی تأثیرگذار به خصوص آموزش و پرورش (C12)

۳- نتایج و بحث

نتایج اولویت بندی معیارهای مدیریت مصرف آب با رویکرد دانشگاه سبز با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، به شرح جدول ۴ بدست آمد. نتایج مدل نشان می‌دهد که معیارهای نهادینه کردن فرهنگ صرفه جویی با استفاده از آموزه های دینی اسلام در خصوص اهمیت صرفه جویی در آب، ارتباط سبز با صنعت با تربیت کارآموز سبز، بکارگیری تجهیزات کم مصرف آب و استقرار دفتر کار سبز در دانشگاه برای ترویج و نهادینه کردن مدیریت مصرف آب بهترین معیارها با رویکرد دانشگاه سبز می‌باشد.

Global management of water consumption

S1	0.260	
S2	0.327	
S3	0.413	

شکل ۲: وزن های خروجی معیارها

جدول ۴: ماتریس مقایسات زوجی روش AHP و وزن های معیارها

وزن	زیرمعیار	وزن	زیرمعیار	معیارها
۰/۳۲۸	بکارگیری تجهیزات کم مصرف آب (C2)	۰/۲۶	اصلاح تأسیسات و تجهیزات بهداشتی، بهبود وسایل گرمایشی و سرمایشی به منظور کاهش مصرف آب (C1)	عوامل اقتصادی (کاهش هزینه‌ها) (S1) (۰/۲۶)
۰/۱۷۴	استفاده از روش های نوین توزیع آب برای آبیاری فضای سبز (C4)	۰/۰۷۹	نظارت بر اجرا و نصب تأسیسات آب ساختمان های آموزشی، خوابگاه و سلف سرویس (C3)	
		۰/۱۵۹	استفاده از پساب تصفیه خانه دانشگاه برای آبیاری فضای سبز (C5)	
۰/۲۵۸	برگزاری دوره های آموزشی در زمینه اصلاح الگوی مصرف آب (C7)	۰/۳۴۴	تألیف کتب آموزشی در دانشگاه ها برای اصلاح الگوی مصرف آب (C6)	ترویج رفتار آموزشی سبز (S2) (۰/۳۲۷)
۰/۰۸۰	استفاده از کاتالوگ های آموزشی جهت بهبود و آگاهی برای مصرف بهینه آب (C9)	۰/۴۱۸	نهادینه کردن فرهنگ صرفه جویی با استفاده از آموزه های دینی اسلام در خصوص اهمیت صرفه جویی در آب (C8)	
۰/۴۰۲	ارتباط سبز با صنعت با تربیت کارآموز سبز (C11)	۰/۰۹۴	اقدامات آموزشی و فرهنگی متمرکز بر رویکرد سبز مانند برنامه های آموزشی غیر درسی (C10)	تربیت نسل سبز (S3) (۰/۴۱۳)
۰/۳۲۱	استقرار دفتر کار سبز در دانشگاه برای ترویج و نهادینه کردن مدیریت مصرف آب (C13)	۰/۱۸۳	تبادل سبز با نهادهای حاکمیتی تأثیرگذار به خصوص آموزش و پرورش (C12)	

با در نظر گرفتن پیامدهای حاصل از پیاده سازی نظام "دانشگاه سبز"، در ادامه به صورت جداگانه به بحث در مورد هرکدام می‌پردازیم.

معیار اول: عوامل اقتصادی (کاهش هزینه‌ها)

همانگونه که در برنامه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور پیش بینی گردیده که کلیه دستگاه‌های اجرائی، نهادها، موسسات و دانشگاه‌ها موظف به مدیریت منابع در سازمان خود و همچنین کاهش هزینه های عمومی و جاری می‌باشند، لذا برای تحقق این امر می‌توان به نصب وسایل و تجهیزات کاهنده مصرف آب در دانشگاه‌ها و اصلاح تأسیسات و



تجهیزات بهداشتی مصرف آب اشاره نمود، همچنین می‌توان با باز چرخانی و استفاده مجدد از آب، عایق‌بندی لوله‌های آب گرم و سرد و اصلاح طراحی سیستم لوله کشی ساختمان گام موثری در کاهش مصرف آب برداشت. همان طور که در جدول ۱ اشاره گردید به دلیل آبیاری فضای سبز سطح زیاد دانشگاه بیرجند با استفاده از شبکه آب شرب مقدار مصرف سرانه فضای سبز بسیار بالا می‌باشد، با توجه به بحران آب در استان، بهترین راهکار استفاده از پساب تصفیه خانه برای آبیاری فضای سبز دانشگاه و همچنین استفاده از روش‌های نوین برای آبیاری فضای سبز دانشگاه می‌باشد. عوامل موثر انتخاب شده در این معیار عبارتند از:

- ❖ اصلاح تأسیسات و تجهیزات بهداشتی، بهبود وسایل گرمایشی و سرمایشی به منظور کاهش مصرف آب
- ❖ بکارگیری تجهیزات کم‌مصرف آب
- ❖ نظارت بر اجرا و نصب تأسیسات آب ساختمان‌های آموزشی، خوابگاه و سلف سرویس
- ❖ استفاده از روش‌های نوین توزیع آب برای آبیاری فضای سبز
- ❖ استفاده از پساب تصفیه‌خانه دانشگاه برای آبیاری فضای سبز

معیار دوم: ترویج رفتار آموزشی سبز

دانشگاه می‌تواند هزینه و وقت بیشتری به بحث آموزش مصرف‌کنندگان و به طور اختصاصی در زمینه مدیریت و صرفه‌جویی آب اختصاص دهد. این رویکرد شامل کلیه روش‌ها، تکنیک‌ها و ابزارهای مورد نیاز برای ارتقاء آگاهی عمومی و تغییر رفتار مصرف‌کننده به منظور استفاده بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب می‌باشد. بنابراین برای جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب، بایستی آگاهی‌ها و نگرش‌های مردم را ارتقاء داد تا رفتارهای نامناسب فرهنگی در جامعه اصلاح گردد. عوامل موثر در نظر گرفته شده در این معیار عبارتند از:

- ❖ تألیف کتب آموزشی در دانشگاه‌ها برای اصلاح الگوی مصرف آب
- ❖ برگزاری دوره‌های آموزشی در زمینه اصلاح الگوی مصرف آب
- ❖ نهادینه کردن فرهنگ صرفه‌جویی با استفاده از آموزه‌های دینی اسلام در خصوص اهمیت صرفه‌جویی در آب
- ❖ استفاده از کاتالوگ‌های آموزشی جهت بهبود و آگاهی برای مصرف بهینه آب

معیار سوم: تربیت نسل سبز

در واقع ایجاد علوم سبز در دانشکده‌های سبز با مدیریت سبز و تربیت نسلی از دانش‌پژوهان و فارغ‌التحصیلان که پیامد عملکرد خود را در محیط زیست ردیابی می‌نمایند، به بهبود قوانین و مقررات زیست‌محیطی و اجرای آن‌ها کمک شایانی می‌بخشد. بایستی توجه داشت که امروزه جهان روی سبز شدن علوم، محصولات، اقتصاد و... تمرکز بیشتری نموده است. در واقع سبز بودن یک علم، یک محصول و یا ارائه خدمات به معنای کاهش مصرف انرژی، مواد اولیه، آب و نیز به حداقل رساندن آلودگی‌ها و پسماند در حفظ و احیای کیفیت محیط زیست تعریف می‌شود که در نهایت به اصلاح الگوی مصرف و اصلاح رفتار محیط زیستی جامعه منجر خواهد شد. عوامل موثر در نظر گرفته شده در این معیار عبارتند از:

- ❖ اقدامات آموزشی و فرهنگی متمرکز بر رویکرد سبز مانند برنامه‌های آموزشی غیر درسی
- ❖ ارتباط سبز با صنعت با تربیت کارآموز سبز
- ❖ تبادل سبز با نهادهای حاکمیتی تأثیرگذار به خصوص آموزش و پرورش
- ❖ استقرار دفتر کار سبز در دانشگاه برای ترویج و نهادینه کردن مدیریت مصرف آب

۴- نتیجه گیری

در این مطالعه، بر اساس تجارب و مطالعات انجام شده و با نظر کارشناسان، عوامل مؤثر در مدیریت مصرف آب با رویکرد دانشگاه سبز شناسایی گردید. با توجه به معیارهای مشخص شده، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و نرم افزار Expert Choice برای امتیازدهی معیارها استفاده گردید. نتایج نشان داد که معیارهای نهادینه کردن فرهنگ صرفه جویی با استفاده از آموزه های دینی اسلام در خصوص اهمیت صرفه جویی در آب، ارتباط سبز با صنعت با تربیت کارآموز سبز، بکارگیری تجهیزات کم مصرف آب و استقرار دفتر کار سبز در دانشگاه برای ترویج و نهادینه کردن مدیریت مصرف آب بهترین معیارها با رویکرد دانشگاه سبز می باشد.

هرچند دانشگاه های محدودی در ایران در راستای تحقق دانشگاه سبز تلاش می کنند، اما بی شک می توان تداوم این روند را در سایر دانشگاه های کشور از جمله دانشگاه بیرجند امیدوار بود. بنابراین می توان با مدیریت طراحی و ساخت ساختمان سبز در دانشگاه، بهینه سازی مصرف آب در ساختمان ها و مراکز دانشگاه، آموزش و پژوهش سبز، با برنامه ریزی و نظارت دقیق کمیته سبز و همچنین گروه های سبز دانشکده ها، به اهداف مورد نظر دست یافت.

مراجع

- [۱] راهبرد سند ملی آب، ۱۳۸۲، دولت جمهوری اسلامی ایران.
- [۲] سالمی، ا. بهینه سازی نحوه توزیع و مصرف آب شرب استان خراسان (پایلوت در خراسان)، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست. ۱۳۸۱.
- [۳] صالح نیا، ن.، فلاحی، م.، انصاری، ح. و داوری، ک. بررسی تعرفه های آب شرب شهری و تأثیر آن بر الگوی مصرف آب مشترکان، مطالعه موردی: شهر نیشابور. فصلنامه علمی- پژوهشی آب و فاضلاب. ۱۳۸۶، ۱۸ (۳): ۵۹-۵۰.
- [۴] تابش، م. و ذبیحی، م. تأثیر قیود کیفی در بهینه سازی شبکه های توزیع آب. چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران. ۱۳۸۷.
- [۵] مظلوم، ب. ز. و یزدان داد، ح. بررسی عوامل مؤثر بر الگوی مصرف آب و بهینه سازی آن در بخش خانگی (مطالعه موردی شهر مشهد). سومین همایش ملی آب و فاضلاب (با رویکرد اصلاح الگوی مصرف). تهران. ۱۳۸۸.
- [۶] مهتابی اوغانی، م.، ا. نجفی و ح. یوسفی. مقایسه دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: انتخاب محل دفن پسماند شهری کرج). مجله سلامت و محیط. ۱۳۹۲، ۳. ۳۵۲-۳۴۱.
- [7] Kawabe, M and Kohno, H., "Education for sustainable development for Tokyo Bay: Developing a practice framework of university - based coastal ESD," Marine Policy, 33, 2009, pp 720-725.

- [۸] علوی مقدم، سید محمدرضا. تدوین الگوی مناسب برای دانشگاه سبز. سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۴.



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه خلیج فارس

Identify factors affecting the optimal management of water consumption with the approach Green University

Ali Shahidi¹, Zahra Zeraatkar²

¹Associate professor, Department of Water Engineering, University of Birjand, Birjand, Iran
(ashahidi@birjand.ac.ir).

²PHD Candidate in WaterResources Engineering, Department of Water Engineering, University of Birjand, Birjand, Iran (rahab84.wre@gmail.com).

Abstract.

Water crisis is one of the fundamental issues in arid and semi-arid and sustainable development issues in Iran. The situation in recent years due to the many environmental challenges such as climate change, drought, depletion of natural resources has become more acute. On the other hand, experience has shown that science alone can not solve the water problems and for the successful implementation of ideas is necessary should be used attitudes and intentions of people's behavior towards water saving policies and strategies for better design Inserts that propel people's attitudes towards water saving. Universities also play an important role in training specialists by providing the perfect platform for presenting new scientific and practical training with sustainable development. Because Green University is the three-dimensional approach, in this study was used three dimensions such as reduce costs, promote green behavior and green generation trained to identify factors affecting the optimal management of water consumption using Analytical Hierarchy Process (AHP). The results showed that the criteria for instituting a culture of saving using religious teachings of Islam regarding the importance of saving water, green relationship with industry by training green student and low water consumption equipment accounted for the largest weight in the criteria.

Keywords:

water crisis, sustainable development, green University, Analytical Hierarchy Process (AHP)