سومین همایش و نمایشگاه محیط‌زیست و بحران‌های پیش‌رو
اردیبهشت ۹۵
3rd Conferences and Exhibition of Future Environmental Crisis
(May 2016)

مدیریت آب و انرژی در کشورهای در حال توسعه برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار کشاورزی

سعیده عزیزی[۱*]، امیر علم بیگی[۲]، فرشته پورآصف[۳*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران s.azizi69@ut.ac.ir

۲- استادیار دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهرانAzizam.alambaigi@ut.ac.ir

۳- کارشناس ارشد سازه های آبی، سازمان آب و برق خوزستان ، دفتر پژوهش های کاربردی fporasaf@gmail.com

چکیده

کشورهای در حال توسعه با چالش تقاضای رو به رشد جهت دستیابی به مواد غذایی، آب و انرژی برای جمعیت در حال رشد رو برو هستند.در این راستا کشورها سیاست هایی را برای افزایش تولید از جمله پرداخت یارانه آب و انرژی فراهم کرده اند. هدف از این تحقیق بررسی رویکرد مدیریت آب و انرژی در کشورهای در حال توسعه برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد با وجود سیاست های افزایش تولید، ارتباط بین بخشی نادیده گرفته شده است و این امر موجب تخریب منابع پایه در بلند مدت و ناپایداری اجتماعی- اقتصادی گردیده است. این امر نیاز به یک تغییر عمده در فرآیند تصمیم‌گیری به سمت نگرش جامع و توسعه مکانیسم‌های نهادی برای هماهنگ کردن اقدامات و هم افزایی میان سه بخش دارد. در این نوشتار ضمن بررسی چالش های پیش روی توسعه کشاورزی پایدار با بررسی الگوی موجود در بخش آب، انرژی و غذا و تاثیرات آن به راهکارهایی که بتوان با چالش موجود مقابله نمود پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: مدیریت آب و انرژی ، توسعه پایدار ، کشاورزی پایدار، کشورهای در حال توسعه.

۱- مقدمه

امروزه افزایش سریع رشد جمعیت و اقتصاد موجب افزایش اتکا به تولید محصولات کشاورزی شده است. در این راستا توسعه منابع آب برای آبیاری کشاورزی، در تامین امنیت غذایی و توسعه اجتماعی و اقتصادی نیاز می‌باشد (Singh ، ۲۰۱۴). با این حال مدیریت بیشتر حوضه‌های آبی با چالش افزایش تقاضا برای منابع آب کشاورزی روبروست. به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک که ویژگی‌های اصلی آن میزان بارش کم، تبخیر بالا و توزیع زمانی ناموزون می‌باشد (Garg و همکاران ، ۲۰۱۴) .

زمین، آب و منابع اکوسیستم حیاتی رو به کاهش است، اما جمعیت در حال رشد است. امنیت غذایی و امنیت عرضه انرژی برای جمعیت رو به رشد بدون کاهش منابع طبیعی پایه به عنوان چالش اساسی برای توسعه در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. همچنین تحقق بخشیدن به تعادل بخشی بین افزایش مصرف آب و کاهش منابع آب در راستای تخصیص بهینه، به چالشی عمده برای بسیاری از مقامات تبدیل شده است. اگرچه کشورهای آسیایی در سال‌های اخیر پیشرفت های قابل توجهی در توسعه اقتصادی و اجتماعی داشته اند اما چالش هایی برای پایان بخشیدن به گرسنگی و فقر، حصول اطمینان از امنیت غذایی، استاندارد مناسب زندگی و زندگی سالم باقی مانده است. با وجود رشد اقتصادی قابل ملاحظه دهه گذشته در جنوب آسیا، همچنان بیش از ۴۰ درصد مردم فقیر دنیا (با درآمد کمتر از ۱/۲۵ دلار در روز) و ۳۵ درصد از مردم دچار سو تغذیه دنیا در این کشورها هستند. در این راستا برای دستیابی به توسعه پایدار باید به تعامل بین بخش های مختلف تولید توجه داشت تا با هم افزایی بخش های مختلف بتوان با کاهش هزینه‌ها به تولید پایدار دست یافت. در این تحقیق ضمن بررسی

شیوه‌های تولید کشاورزی متعارف و پایدار راهکارهای مدیریت بهتر آب و انرژی برای دستیابی به توسعه پایدار کشاورزی پرداخته شده است.

۲- چالش های پیش روی توسعه کشاورزی پایدار

اهداف توسعه پایدار (اهداف توسعه هزاره) مصوب جامعه جهانی (سازمان ملل متحد، ۲۰۱۵) برای کشورهای در حال توسعه برای حصول امنیت غذایی، آب و امنیت انرژی با حفظ آن برای نسل های آینده دارای اهمیت می باشد. برنج و گندم، غذاهای اصلی اکثر کشورهای در حال توسعه می باشد که نیاز به مقدار زیادی به آب و انرژی دارند. این در حالی است که حدود ۲۰ درصد از جمعیت فاقد آب آشامیدنی سالم هستند (Babel و همکاران، ۲۰۰۸). برای فراهم کردن آب مورد نیاز برای تولید محصول در بخش انرژی کمبود جدی وجود دارد. با جمعیت در حال رشد، کاهش زمین های کشاورزی، افزایش فشار بر منابع آب و انرژی و تنوع اقلیم، چالش چگونگی تامین مواد غذایی بیشتر با زمین ، آب و انرژی کمتر وجود دارد. در حالی که یکی از اهداف توسعه هزاره حفاظت از منابع طبیعی و حفظ پایداری محیط زیست می باشد (Rasul ، ۲۰۱۴).

پایداری تولید برنج به دلیل اتکای زیاد به آب و انرژی، به دلیل مسئله کمبود این دو ، عملکرد ضعیف سیستم‌های آبیاری و افزایش رقابت برای آب و انرژی بخش های دیگر در معرض خطر هستند. در این راستا کشورهای جنوب آسیا برای تغذیه جمعیت رو به رشد خود، سیاست دستیابی به خود کفایی ملی مواد غذایی از طریق تولید محصولات عمده با استفاده فشرده تر از آب، انرژی، و نهاده های شیمیایی را دنبال کرده اند (Alauddin و همکاران ، ۲۰۰۸). این سیاست اگرچه برای افزایش تولید مواد غذایی ضروری به نظر می رسد اما به بهای افزایش شتاب تخریب منابع طبیعی حیاتی مانند زمین، آب ، خاک و اثرات جدی زیست محیطی از جمله تخلیه آب های زیرزمینی، غرقاب شدن اراضی ، شوری خاک، آلودگی آب و از دست دادن تنوع زیستی تمام شده است (Alauddin و همکاران ، ۲۰۰۸). غذا، آب و انرژی به طور جدایی ناپذیری با یکدیگر مرتبط هستند و اقدامات در یک بخش، دیگری را تحت تاثیر قرار می دهد.

تولید غذا نیاز به آب و انرژی، استخراج آب به توزیع مجدد انرژی، و تولید انرژی نیاز به آب خواهد داشت(Bazilian و همکاران ، ۲۰۰۱) و (Hussey و همکاران ، ۲۰۱۲). تولید مواد غذایی به آب، زمین و سایر منابع طبیعی و به عبارت دیگر به طیف وسیعی از خدمات اکوسیستم وابسته است (FAO ، ۲۰۱۴) و (Rasul ، ۲۰۱۴) و (Boelee و همکاران ، ۲۰۱۱). با نادیده گرفتن وابستگی متقابل اساسی سه بخش، برخی اوقات سیاست نابجا باعث انتقال بحران از یک به بخش دیگر می شود(Tomain، ۲۰۱۱). سیاست ها و اقدامات انجام شده به صورت جداگانه، بدون در نظر گرفتن تاثیر خود بر عوامل دیگر، می تواند محدودیت منابع را تشدید نماید (Scott و همکاران ، ۲۰۱۱) و (Hermann و همکاران ، ۲۰۱۲).

با رقابت برای تقاضای منابع و افزایش فشار بر محیط زیست ، یک چالش مهم پیش‌روی کشورهای در حال توسعه چگونگی به حداقل رساندن تعارضات میان سه بخش اصلی غذا ، آب و انرژی و ارتقا هم‌افزایی در سیاست‌ها می باشد. در حال حاضر، سیاست ها بدون در نظر گرفتن پیامدهای متقابل توسعه یافته است. عدم ارتباط بین سازمان ها باعث عدم تعادل بین بخش عرضه و تقاضا شده است. در حالی که سیاست های کشاورزی به افزایش تولید مواد غذایی کمک کرده است، اما فشار زیادی بر منابع آب و انرژی تحمیل می کند و این امر کشاورزی پایدار را تضعیف کرده است (Pingali و ۲۰۰۷) .

۳- الگوی موجود در امنیت غذایی، آب و انرژی

برای حصول اطمینان از خودکفایی غذایی همه کشورهای جنوب آسیا اقداماتی در راستای سیاست هایی مبنی بر وادار کردن کشاورزان برای افزایش تولید مواد غذایی اتخاذ کرده اند. از جمله ارائه یارانه برای کشت ، مواد شیمیایی، مصرف انرژی، و آبیاری. به طور ویژه آنها اقدامات خود را در افزایش تولید محصولات غذایی اصلی برنج و گندم توسط عرضه یارانه برای ارقام پرمحصول (HYVs)، کود، آفت کش، آبیاری، و ماشین آلات متمرکز کرده اند. در این راستا این کشورها از آب های سطحی و

زیرزمینی از طریق گسترش امکانات آبیاری و نصب لوله برای استخراج آب های زیرزمینی استفاده می کنند. این الگو پیامدهای مخربی در بخش های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی دارد.

۴- عواقب ناشی از سیاست فعلی

سیاست های فعلی ترویج استفاده ناپایدار آبیاری در تولید مواد غذایی، استفاده از آب به میزان بیشتر از مقدار جایگزینی در سیستم و سطح بالای انرژی است. سیاست های کوتاه مدت در درجه اول به تولید مواد غذایی بدون توجه به تاثیر بر سایر بخش ها و پایداری در طولانی مدت تمرکز کرده است.

۴-۱- هزینه زیست محیطی

کشاورزی فشرده استفاده از آب و انرژی در تولید مواد غذایی را افزایش داده است. به عنوان مثال، در پاکستان شبکه آبیاری به شدت رو به زوال است. برآوردها نشان می دهد حفاظت از آب از طریق بهبود سیستم های آبیاری فعلی می تواند ۱۰ تا ۱۵ درصد بخش آبرسانی را بهبود بخشد.اما سرمایه گذاری های قابل توجهی برای بهبود و توسعه شبکه های آبیاری تقریبا در تمامی کشورهای جنوب آسیا مورد نیاز است.

۴-۲- هزینه های اجتماعی

آلودگی به آرسنیک در آب‌های زیرزمینی در ۵۹ منطقه در بنگلادش که در آن آب‌های زیرزمینی برای آبیاری استفاده می شوند، گزارش شده است. حدود ۳۰ میلیون نفردر معرض مسمومیت آرسنیک قرار دارند.
از منابع پس انداز شده از طریق تغیر مکانیسم های قیمت گذاری می توان در توسعه آبیاری، انرژی مصرفی، و دیگر زیر ساخت های روستایی، تحقیقات کشاورزی، انرژی تجدید پذیر ، فناوری‌های صرفه جویی آب و همچنین آموزش و پرورش کشاورزان در راستای کشاورزی پایدار استفاده نمود.

۴-۳- هزینه های اقتصادی

روش اعطای یارانه برای ترویج کشاورزی از لحاظ مالی، با افزایش از دست دادن منافع از طریق یارانه و سرمایه گذاری ناکافی در آبیاری و زیرساخت های تعمیر و نگهداری ادوات آبیاری به سمت ناپایداری پیش می رود. در برخی از کشورها توان کشاورزی کاهش یافته است و قدرت دولت برای با مقابله با افزایش تقاضا رو به زوال می باشد. به عنوان مثال، کشاورزان در ماهاپرداش هندوستان تنها ۴-۲ ساعت در روز و در راجستان ۸-۶ ساعت برق دریافت می کنند (Jaitly و ۲۰۰۹) .

۴-۴- تاثیرات سیاسی

در حالی‌که سیاست های کشاورزی در کوتاه مدت به افزایش تولید مواد غذایی کمک کرده است، اما در طولانی مدت به علت بهره‌برداری ناپایدار از آب و انرژی باعث تضعیف کشاورزی و امنیت غذایی در جنوب آسیا شده است (Pingali ، ۲۰۰۷) و (Khan و همکاران، ۲۰۰۹). سیاست ها و چارچوب های قانونی توسعه بدون در نظر گرفتن پیامدهای میان بخشی توسط سازمان ها به طور مجزا انجام شده است. نادیده گرفتن ارتباط به بخش های مختلف منجر به شکست در هزینه های اجتماعی ، اقتصادی و زیست محیطی شده است.

۵- مدیریت و افزایش هم افزایی گزینه ها برای رویایی با چالش‌ها

۵-۱- گزینه های فناوری

نوآوری های تکنولوژیکی که مواد غذایی بیشتری با منابع کمتری تولید کند برای رسیدن به رشد قابل ملاحظه با چالش محدودیت منابع همراه خواهد بود. این امر برای به حداقل رساندن هزینه ها و به حداکثر رساندن هم افزایی بین بخش آب، انرژی شیوه ای پایدار است. سیاست‌های زیست محیطی نیاز به تقویت این روش ها و کاهش روش هایی دارد که در طولانی مدت اثرات منفی بر محیط زیست اعمال می‌نمایند. در حال حاضر بسیاری از گزینه های مختلف نوآورانه در دسترس هستند.

۵-۲- بهبود بهره وری آبیاری

در حال حاضر، راندمان آبیاری در جنوب آسیا کم و در حدود ۴۰ درصد تخمین زده شده است (Hasanain و همکاران ، ۲۰۱۲) . اغلب آبیاری غرقابی با گردش در طول زمین برای محصولات زراعی که به علت تبخیر زیاد و رواناب زیاد ناکارآمد است (Clemmens و همکاران ، ۲۰۰۷) . روش های آبیاری کارآمد توسعه یافته است که می تواند باعث افزایش تولید و کاهش تقاضای آب شود (Saleth و ۲۰۱۰) ، (Hanjra و همکاران ، ۲۰۱۰) . برای مثال سیستم پرقوت برنج (SRI)، با کاهش مصرف آب، انرژی و انتشار گازهای گلخانه ای اگر به درستی انجام شود یک روش امید بخش برای افزایش بهره‌وری برنج است (Sinha و همکاران ، ۲۰۰۷) ، (ICIMOD ، ۲۰۰۷) ، (Gujja و همکاران ، ۲۰۰۹)، (Ackermann ، ۲۰۱۲).

این روش می تواند برای محصولات دیگر مانند گندم، ارزن و نیشکر اعمال شود (Kassam و همکاران ، ۲۰۱۳) . SRI بویژه در شمال هند و پاکستان که آب های زیرزمینی با استفاده بیش از حد برای آبیاری تخلیه شده است، مفید می باشد (Uphoff و همکاران ، ۲۰۱۱) و (Shah ، ۲۰۰۷). برآورد شده است که با بکارگیری روش SRI تولید برنج بیش از ۲۵ درصد رشد یافته و ۲۰ میلیارد متر مکعب آب و ۶۳۲/۶۱ کیلو وات انرژی ذخیره می‌گردد (Gujja و همکاران ، ۲۰۰۹). آب ذخیره شده از طریق بهبود آبیاری می تواند برای مصارف دیگر (Qureshi ، ۲۰۱۰) و (Molden ، ۲۰۰۷) و تداوم بخشی به جریان زیست محیطی مورد استفاده قرار گیرد (Smakhtin و همکاران ، ۲۰۰۶) . انواع سیستم‌های آبیاری میکرو مانند روش قطره‌ای و بارانی می توانند راندمان آبیاری در این مناطق را افزایش دهند. تحقیقات میدانی در نقاط مختلف آسیا نشان می‌دهد که روش قطره ای و بارانی اگر به درستی اعمال شود می تواند منجر به صرفه جویی ۸۰-۴۰ درصد و افزایش بهره وری ۱۰۰ درصدی گردد (Postel و همکاران ، ۲۰۱۱) و (Sivanappan ، ۱۹۹۴).

این تکنولوژی های می تواند بهره وری مصرف آب در آبیاری را بین ۶۰٪ (بارانی) و ۹۰٪ (قطره ای) افزایش دهد (Narayanamoorthy ، ۲۰۰۸). همچنین سیستم های بدون خاکورزی آب کمتری استفاده می کند. استفاده از این فناوری‌ها همراه با زمان بندی دقیق آبیاری (به عنوان مثال شب به جای صبح) می تواند استفاده از آب را کاهش داده و بازده میوه، آفتابگردان، حبوبات، سبزیجات و سایر محصولات را بالا ببرد و همچنین به تنوع درآمد کشاورزان کمک نماید (Fang و همکاران ، ۲۰۱۰) . آبیاری قطره به طور متوسط هزینه‌ای بالغ بر ۱۰۰۰ دلار در هر هکتار دارد (Postel و همکاران ، ۲۰۰۱). اما تحقیقات اخیر نشان داده است که هزینه های تجهیز آبیاری میکرو به طور قابل توجهی کاهش یافته است. آبیاری میکرو در مقیاس بزرگ پتانسیل به حداکثر رساندن بهره‌وری آب و بهره‌وری انرژی در سیستم های آبیاری زیرزمینی را دارد، اما این تکنیک ها برای همه محصولات مناسب نیست. جایی که فناوری آبیاری میکرو مناسب نیست، مدیریت آبیاری مانند برنامه‌ریزی آبیاری و نگهداری از کانال های آبیاری می تواند راندمان آبیاری را افزایش دهد. برای مثال در مالزی، از طریق مدیریت بهتر آبیاری بهره‌وری آب ۴۵٪ افزایش یافته است (Brown ، ۲۰۰۹) . بهبود بهره‌وری آبیاری و ترویج آبیاری میکرو به حضور بخش خصوصی کارآمد و فضای حمایتی با موسسات مالی تسهیل کننده نیاز دارد. فناوری های انرژی تجدیدپذیر از جمله آبیاری پمپ خورشیدی و تولید انرژی زیستی در زمین های بایر می تواند باعث تنوع منابع انرژی، تامین انرژی برای کشاورزی، افزایش امنیت انرژی و کاهش وابستگی به سوخت های فسیلی وارادتی گردد (Biswas و همکاران ، ۲۰۱۳).

۶- نتیجه گیری و پیشنهادها

کشورهای در حال توسعه به صورت اساسی با چالش افزایش رو به رشد تقاضا برای غذا، آب و انرژی مواجه هستند. این در حالی است که رقابت برای تقاضا منابع پایه با افزایش فشار به محیط زیست همراه شده است. برای افزایش تولید غذا، کشورها سیاست های بسیاری را مطرح کرده اند از جمله ارائه یارانه آب و انرژی و سیاست تضمین قیمت را نام برد. اگرچه این طرح ها به افزایش تولید غلات کمک کرده اند اما این امر منجر به افزایش تقاضا برای آب و انرژی شده که این امر سبب تخریب منابع حیاتی گردیده است. اگرچه تولید مواد غذایی، آب و انرژی بطور ذاتی به هم پیوسته است اما ارتباط آنها در زمینه سیاست و اجرا ضعیف است. توسعه سیاست ها بدون توجه به پیامدهای بین بخشی و هماهنگی اجزا باعث استفاده نادرست از منابع شده است که این امر پایداری غذا، آب و انرژی را در طولانی مدت تهدید می کند. در این راستا برای تحکیم بین بخشی پیشنهاد می شود ساز و کارهای مناسب در راستای تقویت افقی و ادغام عمودی در میان سه بخش اتخاذ گردد. همچنین همگرا کردن ساختارهای انگیزشی بین بخش ها گزینه ی مناسبی به نظر می رسد. ساختارهای انگیزشی نیازمند همگرا شدن می باشد و به سمت ترویج فناوری صرفه جویی در آب، انرژی و افزایش بهره وری آب و انرژی و دور کردن تحریف سیاست ها به سمت تولید مواد غذایی با مصرف آب و انرژی بهینه است. یارانه برای آبیاری آب زیرزمینی باید به تدریج کاهش یابد. هزینه‌کرد نگهداری از کانال‌های آبیاری بهبود یابد و سیستم‌های آبیاری به سمت سیستم های سازگار با محیط زیست تغییر یابند.

منابع

Alauddin, M., Quiggin, J., 2008. Agricultural intensification, irrigation and the environment in South Asia: issues and policy options. Ecol. Econ. 65 (1), 111–124.
Babel, M.S., Wahid, M., 2008. Freshwater Under Threat South Asia: Vulnerability Assessment of Freshwater Resources to Environmental Change. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.
Bazilian, M., Rogner, H., Howells, M., Hermann, S., Arent, D., Gielen, D., Steduto, P., Mueller, A., Komor, P., Tol, S., Yumkella, K., 2011. Considering the energy, water and food nexus: Towards an integrated modelling approach. Energy Policy 39 (12), 7896–7906.
Biswas, H., Hossain, F., 2013. Solar pump: a possible solution of irrigation and electric power crisis of Bangladesh. Int. J. Comput. Appl. 62 (16), 1–5.
Boelee, E. (Ed.), 2011. Ecosystems for Water and Food Security. UNEP and International Water Management Institute (IWMI), Nairobi and Colombo.
Brown, L., 2009. Plan B 4.0: Mobilizing to Save Civilization, Chapter 9, Feeding Eight Billion People Well, Earth Policy, New York.
Clemmens, A., Molden, D., 2007. Water uses and productivity of irrigation systems. Irrig. Sci. 25, 247–261.
Fang, Q., Ma, L., Green, T., Yu, Q., Wang, T., Ahuja, L., 2010. Water resources and water use efficiency in the North China Plain: Current status and agronomic management options. Agric. Water Manag. 97 (8), 1102–1116.
FAO, 2014. The Water-energy-food Nexus: a New Approach in Support of Food Security and Sustainable Agriculture. FAO, Rome.
Gujja, B., Thiyagarajan, T., 2009. New hope for indian food security? The System of Rice Intensification, Gatekeeper Series 143:IIED, UK.
Hanjra, M.A., Qureshi, M.E., 2010. Global water crisis and future food security in an era of climate change. Food Policy 35, 365–377.
Hermann, S., Welsch, M., Segerstrom, R., Howells, M., Young, C., Alfstad, T., Rogner, H., Steduto, P., 2012. Climate, land, energy and water (CLEW) Inter- linkages in Burkina Faso: an analysis of agricultural intensification and bioenergy production. Nat. Resour. Forum 36, 245–262.
Hussey, K., Pittock, J., 2012. The energy–water nexus: managing the links between energy and water for a sustainable future. Ecol. Soc. 17 (1), 31.
ICIMOD, 2007. Good Practices in Watershed Management: Lessons Learnt in the mid hills of Nepal. ICIMOD, Kathmandu, Nepal.
Jaitly, A., 2009. South asian perspectives on climate change and water policy. In: Michael, D., Pandya, A. (Eds.), Troubled Waters; Climate Change, Hydropolitics, and Transboundary resources, The Henry L. Stimson Center, Washington DC, pp. 17–31.
Kassam, A., Brammer, H., 2013. Combining sustainable agricultural production with economic and environmental benefits. Geogr. J. 179 (1), 11–18.

Khan, S., Khan, M., Hanjra, M., Mu, J., 2009. Pathways to reduce the environmental footprints of water and energy inputs in food production. Food policy34 (2), 141–149.
Molden, D. (Ed.), 2007. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Earthscan, UK and International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
Narayanamoorthy, A., 2008. Water saving technologies as a demand management option: potentials, problems and prospects. Strategic Analyses of the National River Linking Project (NRLP) of India: Promoting Irrigation Demand Management in India: Potentials, Problems, and Prospects, vol. 3, p. 93.
Pingali, P., 2007. Agricultural growth and economic development: a view through the globalization lens. Agric. Econ. 37 (s1), S1–S12.
Postel, S., Polak, P., Gonzales, F., Keller, J., 2001. Drip irrigation for small farmers: a new initiative to alleviate hunger and poverty. Water Int. 26, 3-13.
Qureshi, A.S., McCornick, P.G., Sarwar, A., Sharma, B.R., 2010. Challenges and prospects for sustainable groundwater management in the Indus Basin, Pakistan. Water Resour. Manag. 24 (8), 1551–1569.
Rasul, G., 2014. Food, water, and energy security in South Asia: a nexus perspective from the Hindu Kush Himalayan region. Environ. Sci. Policy 39, 35–48.
Saleth, R.M., Amarasinghe, U.A., 2010. Promoting irrigation demand management in India: options, linkages and strategy. Water Policy 12, 832–850.
Scott, C., Pierce, S., Pasqualetti, M., Jones, A., Montz, B., Hoover, J., 2011. Policy and institutional dimensions of the water-energy nexus. Energy Policy 39 (10), 6622–6630.
Sinha, S., Talati, J., 2007. Productivity impacts of the system of rice intensification (SRI): a case study in West Bengal, India. Agric. Water Manag. 87, 55–60.
Sivanappan, R., 1994. Prospects of micro-irrigation in India. Irrig. Drain. Syst. 8 (1), 49–58.
Smakhtin, V.U., Shilpakar, R.L., Hughes, D.A., 2006. Hydrologybased assessment of environmental flows: an example from nepal, Hydrol. Sci. J., 51, 207-222, http://dx.doi.org/10.1623/hysj.51.2.207.
Tomain, J., 2011. Politics of Clean Energy: Moving beyond the Beltway. San Diego J. Clim. Energy Law 3, 299.
Uphoff, N., Kassam, A., Harwood, R., 2011. SRI as a methodology for raising crop and water productivity: productive adaptations in rice agronomy and irrigation water management. Paddy Water Environ. 9 (1), 3–11.