سال هفتم، شماره ۲، ۱۳۹۹، صفحات ۷۳ تا ۸۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2020, Vol.7, No.2, Pages 73 to 82
Journal of Water and Sustainable Development

نوع مقاله: کاربردی

تجارت مجوزهای تخلیه آلودگی؛ راهکاری مؤثر در مدیریت کیفی حوضه‌های آبریز

عماد محجوبی

استادیار گروه مهندسی آب و محیط‌زیست، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

E-Mail: emahjoobi@shahroodut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۱/۱۸

چکیده

تجربه پنج دهه اعمال قوانین و برنامه‌های متعدد کنترل آلودگی بیانگر این واقعیت است که دست‌یابی به استانداردهای کیفی آب، صرفاً از طریق کنترل منابع نقطه‌ای امکان‌پذیر نخواهد بود. طراحی برنامه‌های انتشار با هدف مدیریت منابع غیرنقطه‌ای در کنار منابع نقطه‌ای، می‌تواند به عنوان راهکاری برای رویارویی با این شرایط مطرح گردد. در این رابطه شناسایی عوامل بروز عدم قطعیت‌های موجود در تخمین میزان انتشار آلودگی منابع غیرنقطه‌ای اهمیت فراوانی دارد. رویکرد بازار تجارت مجوزهای تخلیه آلودگی میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای، و پیاده‌سازی آن در قالب یک ساختار بازار مناسب، می‌تواند به عنوان یک ابزار مدیریتی کارا در لحاظ عدم قطعیت‌های ذاتی منابع غیر نقطه‌ای، و نیز پوشش کاستی‌های قوانین در این بخش، مطرح شود. اختلاف قابل توجه در هزینه‌های حاشیه‌ای کنترل آلودگی منابع غیر نقطه‌ای با منابع نقطه‌ای، موجبات افزایش جذابیت این بازارها را فراهم می‌آورد. توجه به نوع مبادله و تعیین بهینه نسبت تجارت نیز عوامل افزایش تمایل به مشارکت در چنین بازارهایی هستند. از طرفی ساختارهای بازار تجارت کیفیت آب، نقش اساسی در شکل‌گیری مبادلات میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای دارند. ساختارهای ممکن برای پیاده‌سازی بازار تجارت کیفیت آب عبارت‌اند از: بازار بورس، مذاکرات دوجانبه و اتاق تهاتر. بررسی ویژگی‌های کلیدی این ساختارها از جنبه‌های بهره‌وری بازار و قابلیت اطمینان کارآمدی زیست‌محیطی حاکی از عدم کارایی لازم ساختار بازار بورس در پیاده‌سازی بازار میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای است. از سوی دیگر هزینه‌های تراکنشی و هزینه سرمایه‌گذاری اولیه به عنوان ویژگی‌های اصلی بهره‌وری ساختارهای بازار مذاکرات دوجانبه و اتاق تهاتر هستند.

واژه‌های کلیدی: مجوزهای تخلیه آلودگی، نسبت تجارت، مذاکرات دوجانبه، اتاق تهاتر.

Article Type: Applied

Pollution Discharge Permits Trading; an Effective Solution to the River Basins' Quality Management

E. Mahjoobi

Assistant Professor, Department of Water and Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

Email: emahjoobi@shahroodut.ac.ir

Received: 19-02-2020
Accepted: 06-04-2020

Abstract

Drawing upon five decades of experience in applying pollution control laws and programs, achieving water quality standards will never have been possible simply through the control of point sources. Designing discharge plans with the purpose of managing non-point sources along with point sources can be a solution to dealing with these conditions. As regards, recognizing the uncertainties in estimation of non-point sources pollution considered to be important. The market-based approach to transfer discharge permits between point and non-point sources and implementing it in the form of a proper market structure can be discussed as an efficient management tool in terms of considering inherent uncertainties of non-point sources as well as covering the shortcomings of the laws in this regard. These markets attractiveness would be increased due to the remarkable difference in marginal costs of pollution control of non-point sources with point. The inclination to participate in such a market can be increased by considering factors including the exchange type and optimized trade ratio. Besides, water quality trading market structures have a major role in the formation of exchanges between point and non-point sources. Possible structures to implement these markets include the stock market, bilateral negotiations and clearinghouses. Investigation into the main features of these structures in terms of market productivity and reliability of environmental efficiency indicates the inadequacy of the stock market structure between point and non-point sources. On the other hand, transaction costs and initial investments are key characteristics of the productivity of bilateral negotiations and clearinghouse market structures.

Keywords: Pollution Discharge Permits, Trade Ratio, Bilateral Negotiation, Clearinghouse.

DOI: 10.22067/jwsd.v7i2.85687

مقدمه

بشـر همواره در پی تأمین آب مناسب از لحاظ کمی و کیفی بوده است. در گذشته به علت رشد کمِ جمعیت و صنایع، خطر چندانی منابع آب را تهدید نمی‌کرد. منابع آبی برای تأمین نیازهای مردم و پالایش پساب‌های وارده با مشکل عظیمی روبرو نبودند و نیاز به مدیریت کارای آن‌ها به صورت جدی احساس نمی‌شد. پس از انقلاب صنعتی با رشد سریع جمعیت و نیاز صنایع به منابع آبی، کارخانه‌های مختلفی در نزدیکی رودخانه‌ها به وجود آمدند و به تبع آن شهرها در مجاورت منابع آبی شکل گرفتند. این موضوع، حیات رودخانه‌ها و بهره‌برداران را با چالش بزرگی روبرو ساخت و بسیاری از منابع آبی در معرض نابودی قرار گرفتند. به خطر افتادن سلامت انسان‌ها با شیوع بیماری‌های مسـری، از بین رفتن بسیاری از آبزیان که تأمین‌کننده بخشی از غذای بشـر هستند و تبدیل مناظر زیبا و چشم‌نواز به مناظر زشت و آلوده، انسان را به جستجوی راهکارهای مناسب برای حل این مشکل وادار نمود تا در کنار کمک به حفظ کیفیت منابع آبی، توسعه شهرها، کشاورزی و صنایع را از نظر اقتصادی تضمین کند.

آلودگی آب پدیده‌ای است که در آن کیفیت شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی آب به واسطه ورود فاضلاب، زباله و دیگر زائدات ناشی از فعالیت‌های صنعتی، پساب‌های شهری، کشاورزی و دامداری به خطر می‌افتد. آلاینده‌ها آثار منفی بسیار بر محیط زیست و زندگی انسان داشته و احیای منابع آب نیازمند صرف وقت، هزینه و تلاش فراوان است. هر پیکره آبی قادر به خودپالایی، به مفهوم توانایی یک توده آبی در زدودن آلاینده‌ها از خود، است. به بیان دیگر خودپالایی حذف مواد آلی، مواد مغذی، گیاهان و سایر آلاینده‌ها از دریاچه‌ها و رودخانه‌ها به واسطه فعالیت جوامع بیولوژیکی ساکن در آن می‌باشد (Lee و Wen، ۱۹۹۶). در صورتی که آلاینده‌های دیگری در مسیر پایین‌دست وارد نشود، رودخانه خود را پالایش خواهد نمود.

میزان بارگذاری قابل تحمل برای رودخانه‌های مختلف که طی آن بتوان کیفیت آب را حفظ کرد و همچنین هزینه‌های تصفیه را به حداقل رساند، تابع عوامل زمانی و مکانی مختلف مرتبط با نوع و شدت بار آلودگی ورودی و همچنین شرایط محیطی داخل رودخانه است (Chapra و Pelletier، ۲۰۰۸). بار آلودگی ورودی مازاد بر ظرفیت خودپالایی رودخانه‌ها، باعث کاهش کیفیت آن‌ها از سطح استانداردهای زیست‌محیطی شده و اثرات نامطلوب و غیرقابل جبرانی بر جای می‌گذارد. از طرفی بالا بودن هزینه‌های تصفیه موجب عدم تمایل تولیدکنندگان بار آلودگی برای حذف بار آلودگی تولید شده مازاد بر ظرفیت خودپالایی رودخانه می‌گردد.

از قدیم آلاینده‌های شهری و صنعتی به عنوان منابع نقطه‌ای و آلاینده‌های کشاورزی به عنوان منابع غیر نقطه‌ای معرفی می‌شدند. با گذشت زمان کشورهای صنعتی توجه خود را از آلودگی آب ناشی از منابع نقطه‌ای به سمت آلودگی آب ناشی از رواناب‌های کشاورزی معطوف نمودند (Olmstead، ۲۰۱۰). سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا منبع نقطه‌ای را به عنوان هر انتشار مشخص، قابل ردیابی و مجزا تعریف می‌نماید. بر این اساس منابع نقطه‌ای قابل تشخیص بوده و میزان انتشار آن‌ها با هزینه نسبتاً کم و به طور مناسب قابل اندازه‌گیری می‌باشد. در این حالت فرض بر این است که هیچ عامل یا خطای تصادفی در اندازه‌گیری انتشارات وجود ندارد و این امر باعث شناسایی و ردیابی آسان منابع آلوده‌کننده و محاسبه میزان انتشار آن‌ها می‌شود. از جمله منابع نقطه‌ای می‌توان به کارخانه‌های صنعتی و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب اشاره نمود؛ چرا که آلاینده‌های خود را از یک نقطه مشخص و قابل ردیابی مانند یک لوله تخلیه می‌کنند (Letson، ۱۹۹۲).

منابع غیر نقطه‌ای از بارش، رواناب، نفوذ، زه‌کشی و نشتاب ناشی می‌شود. با جاری شدن رواناب ناشی از بارش یا ذوب برف، آلاینده‌های طبیعی و آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی نیز به همراه آن شروع به حرکت کرده و در نهایت وارد منابع پذیرنده مانند رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، تالاب‌ها، آب‌های ساحلی و آب‌های زیرزمینی می‌شوند (Parry، ۱۹۹۸). با توجه به این که عوامل ذکر شده تابعی از شرایط آب و هوایی بوده و مرتبط با فرآیند پیچیده انتقال از مبدأ به سمت موقعیتی که در آن آلودگی محیطی سنجش می‌شود، هستند؛ آلودگی منابع غیر نقطه‌ای در ذات، تصادفی می‌باشند. منابع غیر نقطه‌ای در نقاط مشخصی تخلیه نمی‌شوند، بلکه انتشارات یا بارگذاری آن‌ها پخش می‌شوند. این طبیعت پخش‌شوندگی انتشارات منابع غیر نقطه‌ای، باعث می‌شود اندازه‌گیری میزان بارگذاری آن‌ها سخت و پر هزینه‌تر از منابع نقطه‌ای باشد. این منابع می‌توانند از انتشارات ناشی از منابع متحرک و یا نشت و رواناب زمین‌های کشاورزی باشند؛ لذا در خصوص سهم هر آلوده‌کننده نسبت به کل میزان آلودگی، عدم قطعیت وجود دارد. برخی از تفاوت‌های انتشار منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای به شرح زیر است: ۱) بارگذاری‌های نقطه‌ای، قطعی بوده در حالی که بارگذاری‌های غیر نقطه‌ای تصادفی هستند؛ ۲) کارآمدی اقدامات کنترلی برای منابع نقطه‌ای مشخص است، اما برای منابع غیر نقطه‌ای با عدم قطعیت روبروست؛ ۳) بارگذاری‌های ناشی از منابع نقطه‌ای به صورت مستقیم قابل اندازه‌گیری است، در حالی که بارگذاری‌های منابع غیر نقطه‌ای صرفاً قابل تخمین است (Malik و همکاران، ۱۹۹۴).

آلودگی منابع غیر نقطه‌ای می‌تواند مسائل زیادی در پی داشته باشد؛ برای مثال غلظت‌های بالای نیتروژن و فسفر در کودهای شیمیایی و حیوانی، می‌تواند توسط رواناب‌های سطحی به درون پیکره آب‌های پذیرنده، راه یافته و موجب شکوفایی جلبک شده و در درازمدت باعث پدیده پرغذایی آب‌های سطحی شود. اغلب آلاینده‌های نیتروژنی به خصوص در فرم نیترات‌های بسیار محلول (مانند نیتروژن نیتراتی، نیتروژن نیتریتی و نیتروژن آمونیومی) می‌تواند باعث آلودگی آب‌های آشامیدنی شده و به دنبال آن سلامت بشر را به خطر اندازد (Nangia و همکاران، ۲۰۰۸). محققین متعددی آلودگی منابع غیر نقطه‌ای ناشی از فعالیت‌های کشاورزی را به عنوان قابل ملاحظه‌ترین منبع آسیب کیفی آب معرفی نموده‌اند (Stephenson و Shabman، ۲۰۱۷). بر اساس گزارش‌های ارزیابی آب آمریکا که ۲۸٪ رودخانه‌ها و نهرها و ۴۳٪ دریاچه‌های ایالات متحده را مورد ارزیابی قرار داده‌اند، ۵۳٪ رودخانه‌ها و نهرها و ۸۲٪ دریاچه‌ها در آن کشور، با مشکلات کیفی آب برای تأمین مصارف مختلف مواجه هستند. همچنین فعالیت‌های کشاورزی به عنوان اولین عامل آسیب به رودخانه‌ها و نهرها، سومین عامل آسیب به دریاچه‌ها و پنجمین عامل آسیب به تالاب‌ها معرفی شده‌اند (Ribaudo، ۲۰۰۹). امروزه اکثر منابع آبی کشور ایران، تحت تأثیر آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های شهری، کشاورزی و صنعتی در حوضه‌های بالادست می‌باشد؛ لذا علیرغم این واقعیت که فعالیت‌های متعددی در راستای بهبود کیفیت آب انجام شده است، نیاز به توجه بر روی تعداد زیادی از منابع آلودگی، شامل رواناب‌های ناشی از مناطق شهری، اراضی کشاورزی و فاضلاب‌ها، با هدف تأمین آب سالم‌تر برای نسل‌های آتی وجود دارد. در نتیجه ضمن تأکید بر اهمیت آلودگی آب ناشی از فعالیت‌های کشاورزی باید توجه داشت که دست‌یابی به استانداردهای مورد نظر کیفی آب، صرفاً از طریق کنترل منابع نقطه‌ای امکان‌پذیر نخواهد بود.

هدف از مقاله حاضر تأکید بر لزوم توجه به نقش و ویژگی‌های منابع آلاینده غیر نقطه‌ای در کنار منابع آلاینده نقطه‌ای و نیز معرفی مفهوم تجارت مجوزهای تخلیه آلودگی به عنوان راهکاری مؤثر در مدیریت کیفی حوضه‌های آبریز است. در این راستا شرایط و الزامات و ساختارهای پیاده‌سازی بازار تجارت کیفیت آب و شکل مبادله مناسب مجوز آلودگی میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای بررسی شده است.

قوانین و سیاست‌های کنترل آلودگی منابع غیر نقطه‌ای

قوانین آلودگی آب به عنوان اصلی‌ترین چارچوب نظارتی کنترل آلودگی آب نزدیک به پنج دهه است که در مدیریت پیکره‌های آبی کاربرد دارد. این قوانین در نتیجهٔ افزایش نگرانی‌های مرتبط با کیفیت آب در اواخر دهه ۶۰ میلادی شکل گرفتند. بدین ترتیب مقررات سخت‌گیرانه‌ای برای آلاینده‌های صنعتی و شهری (یعنی منابع نقطه‌ای) تعیین گردید. در سال ۱۹۷۲، مجوز نظام حذف تخلیه آلاینده‌ها که هر یک از منابع نقطه‌ای را ملزم به رعایت حدود کمی انتشار برای هر یک از آلاینده‌ها می‌کرد، تصویب شد. تا به امروز، تبعیت منابع نقطه‌ای از این استانداردها موفقیت‌آمیز بوده است؛ اما در سال‌های اخیر، شواهدی مبنی بر کاهش نتایج حاصل از کنترل آن‌ها دیده می‌شود (Olmstead، ۲۰۱۰). در مقابل، علیرغم افزایش شواهد مرتبط با نقش منابع غیر نقطه‌ای به عنوان عامل اصلی آلودگی آب، قوانین بخش آب، اشارهٔ مستقیمی به آن‌ها نمی‌کند. این شرایط در قوانین بخش آب ایران نیز جاری است. به طوری که هیچ ماده قانونی مشخصی در رابطه با منابع آلاینده غیر نقطه‌ای در قوانین برنامه‌های اول تا ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور دیده نمی‌شود.

در حالی که چارچوب‌های قانونی موجود، امکان اعمال مستقیم محدودیت‌ها بر روی منابع غیر نقطه‌ای کشاورزی را نمی‌دهد، در چند دهه گذشته اقتصاددانان کشاورزی و محیط زیست، بر روی طراحی برنامه‌های انتشار با هدف حل آلودگی آب منابع غیر نقطه‌ای کشاورزی تمرکز نموده‌اند (Mahjoobi و همکاران، ۲۰۱۶a). در حال حاضر گزینه‌های مختلف سیاست‌گذاری جهت کاهش خطرات آلودگی منابع غیر نقطه‌ای، پیشنهاد شده است. این سیاست‌گذاری‌ها، می‌توانند به برنامه‌های داوطلبانه، برنامه‌های دستوری و کنترلی و ابزارهای اقتصادی نظیر مالیات بر ورودی‌ها و تخلیه‌ها و سیستم‌های مجوز قابل مبادله، تقسیم‌بندی شوند. برنامه‌های داوطلبانه شامل انجام داوطلبانه فعالیت‌های خودکنترلی توسط آلوده‌کنندگان، قراردادهای توافق شده میان مسئولین زیست‌محیطی و آلوده‌کنندگان که هر دو طرف سهیم شناخته می‌شوند و برنامه‌های داوطلبانه دولت که در آن، یک سازمان دولتی معیارهای تعیین صلاحیت و پاداش‌دهی را برقرار می‌سازد، است (Dowd و همکاران، ۲۰۰۸). برنامه‌های دستوری و کنترلی به برنامه‌هایی اطلاق می‌گردد که در آن سازمان متولی محیط زیست به صورت یک‌جانبه اقدام به اخذ تصمیمات مستقیم در خصوص شرایط مطلوب یک پیکره آبی نموده و از قدرت خود جهت دست‌یابی به اهداف تعریف شده استفاده می‌کند (Wiesmeth، ۲۰۱۲). برنامه‌های دستوری و کنترلی با موفقیت در تنظیم منابع نقطه‌ای بکار گرفته شده‌اند؛ اما از آنجا که با فقدان چارچوب نظارتی مواجه هستیم، تلاش‌های محدودی در تنظیم منابع غیر نقطه‌ای صورت گرفته است. برنامه‌های دستوری و کنترلی برای منبع غیر نقطه‌ای کشاورزی می‌تواند از طریق الزام مزرعه‌داران به انجام اقدامات مختلف در راستای کاهش انتشارات

بکار گرفته شود. از جمله این اقدامات می‌توان به پیاده‌سازی بهترین روش‌های مدیریتی و حفاظتی نظیر سیستم‌های انحراف، کاهش عملیات فرآوری خاک، تراس‌بندی و فیلترهای نواری اشاره نمود. تحمیل استانداردهای عملکردی که بر مبنای آن آلوده‌کنندگان ملزم به رعایت می‌شوند، یکی دیگر از راه‌های اعمال سیاست دستوری و کنترلی است (Dowd و همکاران،۲۰۰۸). همچنین ابزارهای اقتصادی مانند مالیات بر ورودی‌ها و تخلیه‌ها نیز به عنوان رویکردهای ممکن برای کنترل منابع غیر نقطه‌ای شناخته شده‌اند. مالیات بر ورودی‌ها می‌تواند بر استفاده از کودهای شیمیایی در یک مزرعه اعمال شود. تعیین مالیات بر ورودی‌ها به میزان برابر با هزینه‌های کاهش آن‌ها، می‌تواند راهی مؤثر در دست‌یابی به استانداردهای زیست‌محیطی باشد (Shortle و Horan، ۲۰۰۱).

علیرغم تلاش‌های بسیار در کاهش آلودگی آب، بر اساس مطالعات مختلف انجام شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست و دیگر سازمان‌های ذی‌ربط، آلودگی آب به عنوان یک مشکل مهم باقی مانده است. گواه آن آلودگی‌های فراوان منابع ارزنده آبی کشور در رودخانه‌های مهمی چون کارون، جاجرود، کرج، زاینده‌رود و غیره است (هاشمی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۷؛ ترابیان و همکاران، ۱۳۹۰؛ پیرعلی زفره‌ئی و ابراهیمی، ۱۳۹۴)؛ به طوری که روند افت کیفیت آب در دهه‌های اخیر تشدید شده است. افزایش بدون برنامه‌ریزی سطح زیر کشت محصولات کشاورزی و عدم توجه به مدیریت زهاب‌ها، باعث شده سالانه در حدود ۲۷ میلیارد مترمکعب زهاب کشاورزی، منابع آب کشور را آلوده سازد. در چنین شرایطی سازمان حفاظت محیط زیست بیش از ۹۰ رودخانه آلوده را در کشور شناسایی کرده است. بررسی تغییرات کیفیت آب در طول رودخانه‌های مهم کشور به وضوح نشان‌دهنده اثرات تخلیه زهاب‌های کشاورزی در کنار پساب‌های شهری و صنعتی به رودخانه است (مریدی و همکاران، ۱۳۹۵)؛ لذا به نظر می‌رسد که دیگر صرفاً اجرای استانداردهای تخلیه پساب برای جلوگیری از تخریب کیفیت آب رودخانه‌ها و حفظ سلامت اکوسیستم‌ها در کلیه نقاط و شرایط، کافی نخواهد بود. از این رو علاوه بر ضرورت اعمال استانداردهای تخلیه پساب برای کنترل آلاینده‌های نقطه‌ای و اجرای اقدامات مدیریتی در سطح حوضه‌آبریز، کنترل آلاینده‌های غیر نقطه‌ای و متناسب کردن میزان بارگذاری آلاینده‌ها با توان خودپالایی پیکره‌های آبی امری اساسی است (Mahjoobi و همکاران، ۲۰۱۶b).

ابزارهای بر مبنای بازار، نظیر برنامه‌های تجارت به عنوان ابزارهای موفق برای گستره وسیعی از مشکلات زیست‌محیطی، مانند کنترل آلودگی هوا، حفاظت از زیستگاه‌ها و جبران خسارت به منابع طبیعی مطرح شده‌اند. بر اساس دستاوردهای تاریخی این برنامه‌ها، ابزارهای بر مبنای بازار به دلیل امکان ایجاد رویکرد مقرون به صرفه‌تر جهت دست‌یابی به اهداف زیست‌محیطی، در حل مشکلات کنترل آلودگی آب نیز مطرح شده‌اند (Corrales و همکاران، ۲۰۱۷).

تجارت مجوزهای تخلیه آلودگی

مطالعات مختلف در زمینه بهره‌برداری کمی و کیفی از سیستم‌های رودخانه‌ای و مدیریت کیفیت منابع آب، منجر به اخذ تصمیم‌های گوناگون و اجرای سیاست‌هایی در زمینهٔ بهره‌برداری سالم از آب‌های جاری شده است. این سیاست‌ها با ممنوعیت تخلیه آلودگی به رودخانه‌ها در گذشته آغاز و به قانون تخلیه آلودگی با درصدهای یکنواخت بین واحدها منتج شده و در سال‌های اخیر سیاست مجوزهای تخلیه قابل انتقال بین واحدها به اجرا گذاشته شده است. رویکرد فروش مجوزهای تخلیه یا همان پیاده‌سازی بازار تجارت کیفیت آب میان واحدهای آلاینده در طول رودخانه، نگرشی نو در مدیریت زیست‌محیطی حوضه‌آبریز با دیدگاه اقتصادی می‌باشد (Motallebi و همکاران، ۲۰۱۷). در این رویکرد آلودگی می‌تواند به عنوان یک حق مالکیت قابل انتقال به غیر با ارزش ملموس در نظر گرفته شود؛ لذا تخلیه‌کنندگانی که آلودگی خود را بیش از حد نیاز با هزینه‌کرد معقول تصفیه می‌کنند، می‌توانند مجوزهای مازاد خود را به تخلیه‌کنندگان نسبتاً ناکارآمد که فاضلابی بیشتر از مجوز اولیه تخلیه خود تولید می‌کنند، بفروشند. این سیستم پتانسیل بالایی در کاهش هزینه‌های کل ذی‌نفعان داشته و نسبت به رویکرد دستوری و کنترلی از مزایای نسبی قابل ملاحظه‌ای در حفظ و تحقق اهداف زیست‌محیطی برخوردار است. همچنین اطلاعات کافی برای مشارکت‌کنندگان فراهم آورده و آن‌ها را به کاهش داوطلبانه آلودگی تشویق می‌کند؛ در حالی که متولیان حفاظت محیط زیست برای پیاده‌سازی و راهبری رویکرد دستوری و کنترلی اغلب اطلاعات ناقص داشته و با هزینه زیاد آن را به دست می‌آورند (Hung و Shaw، ۲۰۰۵).

به طور معمول ویژگی‌های آلاینده‌هایی که می‌تواند وارد بازار تجارت کیفیت آب شود، عبارت‌اند از: ۱) هر آلوده‌کننده باید قابلیت اندازه‌گیری و سنجش دقیق را داشته باشد؛ ۲) تخلیه آلودگی به شکل قابل ملاحظه‌ای تحت کنترل آلوده‌کننده باشد؛ ۳) موقعیت مکانی آلاینده درون بازار، پیامدهای زیست‌محیطی را تحت تأثیر قرار ندهد (Motallebi و همکاران، ۲۰۱۶).

منابع غیر نقطه‌ای این ویژگی‌ها را ندارند، چرا که در تعریف، قابل اندازه‌گیری در مبدأ نبوده، به صورت ذاتی تصادفی هستند و موقعیت مکانی انتشار آن‌ها بر روی کیفیت آب اثرگذار خواهد

بود. بـه بیان دیگر نحوهٔ پخش و انتقال آلاینده‌ها از منابع غیر نقطه‌ای به پیکره‌های آبی، سنجش دوره‌ای و دقیق آلودگی غیر نقطه‌ای را بسیار دشوار و پرهزینه می‌کند. همچنین شرایط آب و هوایی نقش بسیار بالایی در تعیین حجم، زمان‌بندی و شکل آلاینده‌های آب ناشی از منابع غیر نقطه‌ای دارد. این امر امکان کنترل کامل زمان‌بندی و سطح تخلیه منابع غیر نقطه‌ای را از بین می‌برد (Ribaudo و همکاران، ۱۹۹۹). این عوامل باعث می‌شود یک چارچوب بهینه بازار کیفیت آب شامل منابع غیر نقطه‌ای به شکل قابل ملاحظه‌ای با مدل‌های معمول تفاوت داشته و پتانسیل صرفه‌جویی هزینه را محدود سازد؛ چرا که بازارهای بهینه، نیازمند تعداد زیادی از طرفین تجاری بوده که همگی در عین داشتن اطلاعات کامل، فاقد قدرت بازاری هستند و در حال مبادله یک کالای همگن می‌باشند. در حالی که با ورود منابع غیر نقطه‌ای احتمال ایجاد ناهمگونی در فعالیت‌های اقتصادی، ابعاد اقتصادی و نیز تولید بارهای آلودگی به شدت افزایش خواهد یافت (Sharp و همکاران، ۲۰۱۷). به عنوان مثال مشارکت‌کنندگان احتمالی در یک بازار تجارت مواد مغذی (نیتروژن و فسفر) میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای می‌توانند از اراضی کشاورزی کوچک تا تصفیه‌خانه‌های بزرگ را دربرگیرند. همچنین انتشار آلودگی حتی در یک دسته‌بندی مشخص نیز می‌تواند به شدت ناهمگون باشد؛ برای مثال از جنبه مشخصات کیفی آب (مثلاً نوع نیتروژن، زمان و مکان انتشار و ...). این عوامل و نیز دیگر ویژگی‌های ذاتی منابع غیر نقطه‌ای، امکان توسعه یک بازار تجارت کاملاً رقابتی را دشوار می‌سازد. از طرف دیگر با توجه به اینکه جذابیت بازار یکی از مهم‌ترین عوامل در اقبال آلوده‌کنندگان به مشارکت در بازار است و نیز رابطهٔ مستقیمی میان اختلاف هزینه‌های حاشیه‌ای مشارکت‌کنندگان در بازار و جذابیت بازار وجود دارد (O'Connell و همکاران، ۲۰۱۷)؛ توجه به اثرات ورود منابع غیر نقطه‌ای به بازار منابع نقطه‌ای از این دیدگاه ضروری به نظر می‌رسد. یکی از دلایل کاهش جذابیت بازارهای تجارت منابع نقطه‌ای، کم بودن اختلاف میان هزینه‌های حاشیه‌ای این منابع است. ورود منابع غیر نقطه‌ای به بازار، می‌تواند با ایجاد اختلاف قابل توجه در هزینه‌های حاشیه‌ای مشارکت‌کنندگان موجب افزایش جذابیت بازار شود. به بیان دیگر ورود این آلاینده‌ها به بازار، باعث افزایش انگیزه منابع نقطه‌ای به مشارکت در بازار (به جای حرکت به سوی سرمایه‌گذاری در ارتقای تأسیسات تصفیه خود) می‌شود. نکته قابل ذکر دیگر این است که هدف منابع نقطه‌ای از مشارکت در بازار، کمینه کردن هزینه‌های تصفیه آلودگی بوده و در مقابل هدف منابع غیر نقطه‌ای کسب سود بیشتر است. این تفاوت در تعریف اهداف، می‌تواند منجر به هم‌افزایی در راستای رسیدن به اهداف و در نتیجه افزایش جذابیت و تمایل به مشارکت در بازار گردد.

سیستم‌های تجارت میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای بر مبنای این واقعیت که به طور کل هزینه‌های کاهش منابع غیر نقطه‌ای کمتر از هزینه‌های حاشیه‌ای منابع نقطه‌ای است، استوار هستند (Hung و Shaw، ۲۰۰۵). دو سؤال کلیدی تعریف نوع مبادله و نسبت تجارت مناسب برای انجام هر مبادله در ارتباط با این سیستم‌ها مطرح است. برای پاسخ به سؤال اول، دو ایده مطرح است. در ایده اول افزایش‌ها در انتشار منابع نقطه‌ای با کاهش‌ها در بارگذاری‌های تخمینی منابع غیر نقطه‌ای مبادله می‌شوند که به سیستم تجارت انتشار در مقابل بارگذاری، معروف است. بدین معنی که در این سیستم کاهش بار منابع غیر نقطه‌ای از طریق بهره‌گیری از بهترین راهکارهای مدیریتی، مورد توجه قرار می‌گیرد. در ایده دوم، مجوزهای انتشار منابع نقطه‌ای با مجوزهای منابع غیر نقطه‌ای مبادله می‌شوند که به سیستم تجارت انتشار در مقابل ورودی‌ها معروف است. بدین ترتیب مدیریت استفاده از مواد دارای پتانسیل ایجاد آلودگی به عنوان ورودی به مزارع (کودها و سموم) و یا اجرای اقدامات حفاظتی در دستور کار قرار می‌گیرد (Horan و همکاران، ۲۰۰۲).

از آنجا که ممکن است منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای سهم متفاوتی در کل آلودگی داشته باشند، باید نسبت تجارت مناسبی برای دست‌یابی به اهداف کیفیت آب تعریف شود. نسبت تجارت به صورت تعداد واحدهای تعدیل مورد نیاز منبع غیر نقطه‌ای به منظور جبران یک واحد افزایش آلودگی منبع نقطه‌ای تعریف می‌شود. نسبت تجارت برابر با یک، بیانگر عدم تفاوت در میزان هزینه کنترل میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای است. نسبت‌های بیشتر از یک به مفهوم کمتر بودن هزینه کاهش کنترل منابع غیر نقطه‌ای نسبت به کنترل منابع نقطه‌ای بوده و لذا اولویت با کاهش‌های منابع غیر نقطه‌ای می‌باشد. عکس این قضیه برای نسبت‌های کمتر از یک صادق است. بازه تغییرات این نسبت در برنامه‌های تجارت کیفیت آب، از ۱/۱ به ۱ تا ۴ به ۱ (بدین معنی که برای جبران هزینه یک واحد افزایش آلودگی در منبع نقطه‌ای، نیاز به ۴ واحد تعدیل آلودگی منبع غیر نقطه‌ای است) گزارش شده است (Morgan و Wolverton، ۲۰۰۵). عواملی نظیر سهم حاشیه‌ای نسبی منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای، میزان اثرات ریسک زیست‌محیطی، همبستگی میان روابط هزینه‌ای و زیست‌محیطی و سطح کلی ناهمگنی مرتبط با منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای، بر مقدار نسبت تجارت بهینه، اثرگذار می‌باشند (Horan و همکاران، ۲۰۰۲). نسبت بهینه باید برای منابعی که میزان انتشار آن‌ها ریسک بیشتری تولید نموده و هزینه کنترل بالاتری را دارد، الزام بیشتری ایجاد کند. با توجه به مطالب فوق و وجود عدم قطعیت زیاد در نتایج واقعی سناریوهای مدیریتی بر روی کیفیت آب، کاهش میزان این عدم قطعیت‌ها با استفاده از تعریف مناسب نسبت تجارت جهت مبادله آلاینده‌های نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای، می‌تواند به عنوان یکی از رویکردهای ممکن بررسی و تحلیل شود.

ساختارهای بازار تجارت کیفیت آب

عملی بودن مبادله به شرایطی نظیر تعریف ساختار مناسب بازار، مشارکت داوطلبانه و مشارکت مردمی، آلاینده مناسب، تعریف صحیح حدود استاندارد و توابع هزینه‌ای و تفاوت‌های کافی در هزینه‌های کنترل در میان منابع بستگی دارد. به طور کلی موفقیت بازارهای مبادله در مقیاس حوضه، متأثر از چندین عامل است که عبارت‌اند از: ۱) آلاینده‌ای که می‌باید کاسته شود و ویژگی‌های فیزیکی حوضه؛ ۲) هزینه کنترل آلاینده برای هر یک از تخلیه‌کنندگان؛ ۳) مکانیسم‌های به کار رفته برای تسهیل مبادله یا ساختار بازار و ۴) توانایی و تمایل ذی‌نفعان به دخیل‌شدن و مشارکت در مبادله.

بازار تجارت مجوزهای آلودگی میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای می‌تواند از طریق تعریف مناسب ساختار بازار تجارت به مفهوم تبیین دستورالعمل‌ها و قوانین انتقال اطلاعات و حقوق مبادله در میان مشارکت‌کنندگان بهبود یابد. در این میان چگونگی تعریف اعتبارات و مجوزهای منابع غیر نقطه‌ای و نیز چگونگی طراحی قوانین تجارت جهت مدیریت احتمال بروز پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی ناشی از کنترل و پایش ناکارآمد این منابع اهمیت می‌یابد (Ghosh و Shortle، ۲۰۱۲). مشابه دیگر بازارهای اقتصادی معمول، افراد یا شرکت‌ها جهت خرید یا فروش کالاهای قابل انتقال می‌توانند به صورت مستقیم با یکدیگر مرتبط شوند، یا از واسطه‌ها به عنوان کارگزاران استفاده کنند، یا یک بازار با قوانین و ساختار از پیش تعریف شده را پایه‌ریزی نمایند. بر این اساس ساختارهای اصلی بازار تجارت کیفیت آب عبارت‌اند از: بازارهای بورس، بازار مذاکرات دوجانبه و بازار اتاق تهاتر (Woodward و همکاران، ۲۰۰۲).

بازارهای بورس که معروف‌ترین آن‌ها بازارهای بورس اوراق بهادار است، نسخه‌های بسیار ایده‌آل یک بازار هستند. ویژگی‌های برجسته این ساختار بازار، ساختار اطلاعات باز و جریان تراکنش‌ها میان خریداران و فروشندگان است. اطلاعات مرتبط با قیمت که ارائه و درخواست می‌شوند، در دسترس عموم بوده و محصولاتی که مبادله می‌شوند، تقریباً یکنواخت هستند. اطلاعات مرتبط با منافع خریداران و فروشندگان به سادگی منتقل شده و تراکنش‌ها به راحتی به انجام می‌رسند. تمام کالاها و خدمات نمی‌توانند در بازارهای بورس، خرید و فروش شوند. یک مشخصه حیاتی برای فروش کالاها در این بازارها، یکنواختی است. بدین مفهوم که تبادلات صرفاً برای کالاهایی که یک واحد آن از یک فروشنده، معادل یک واحد آن از هر منبع دیگری دیده شود، توسعه می‌یابد. این یکنواختی نه تنها هزینه‌های اطلاعاتی را کاهش می‌دهد، بلکه بدان معنی است که شرکت‌کنندگان در بازار در هنگام انجام معاملات، کم‌ترین اطلاعات را در خصوص فعالیت‌های خود آشکار می‌سازند. چنین شرایطی بیانگر فرصت‌های تجارت کیفیت آب نیست. چرا که به دلیل ویژگی غیر یکنواختی در این بازارها، دست‌یابی به مجوزها و اعتبارات یکنواخت، دشوار است. همچنین با توجه به تأثیر یک‌جهته آلاینده‌ها (به این مفهوم که هر نقطه از پیکره‌های آبی صرفاً تحت تأثیر آلاینده‌های بالادست خود است نه آلاینده‌های پایین‌دست)، فرصت‌های تجاری محدود بوده و بنابراین ممکن است بازار نسبتاً لاغر و کم حجم باشد.

بازارهای مذاکرات دوجانبه معمولاً به منظور تبادل اطلاعات و مذاکره بر روی شرایط تجارت، تعامل قابل توجهی میان خریدار و فروشنده را به دنبال دارد. این نوع از تجارت معمولاً برای کالاهایی است که از نظر قیمت و کیفیت منحصر به فرد هستند. هزینه‌های قراردادی و اجرایی در این بازارها بالاتر است، با این حال این ساختار توانایی تطبیق با کالاهای غیر یکنواخت که امکان مبادله از طریق تبادلات بورسی را ندارند، دارد. مذاکرات دوجانبه سهم قابل توجهی از تجارت در اقصی نقاط دنیا را تشکیل می‌دهد و می‌تواند گویای این مطلب باشد که اجبار یکنواختی برای تبادلات بورسی اغلب گران‌تر از هزینه‌های تراکنشی ناشی از این ساختار است. مذاکرات دوجانبه به خوبی برای بازارهای تجارت کیفیت آب اجرا شده، چرا که می‌تواند نیاز به تبادل اطلاعات جزئی در خصوص هر یک از اعتبارات را برطرف نموده و اجازه مذاکره بر روی شرایط پایش در طول زمان که بر عهده خریدار است را بدهد.

ساختار بازار اتاق تهاتر، نوعی از بازار است که در آن هر گونه ارتباطی میان خریدار و فروشنده به تمامی توسط یک واسط قطع می‌شود (Tabaichount و همکاران، ۲۰۱۹). در مفهوم تجارت کیفیت آب، اتاق تهاتر، نهادی صاحب اختیار از آژانس‌های نظارتی است که ظرفیت‌های کاهش آلودگی مازاد را از منابع آلایندهٔ دارای سیستم‌های تصفیه خریداری کرده و سپس این اعتبارات را به منابعی که نیازمند افزایش بارهای مجازشان هستند، می‌فروشد. اتاق تهاتر با حضور یک واسط در یک مذاکره دوجانبه که کلیه روابط قراردادی و قانونی میان فروشندگان و خریداران را حذف می‌کند تفاوت دارد. اتاق تهاتر، بایستی توسط قانون لازم‌الاجرا شده و تحت سیستم تجارت کیفیت آب، مجاز شمرده شود. این قوانین بایستی به نهادی اختیار دهد تا این نقش را بازی کند؛ یعنی اعتبارات را بر مبنای کاهش‌های به دست آمده تعیین نموده و آن‌ها را به خریداران علاقه‌مند بفروشد. از آنجا که مزیت اتاق تهاتر توانایی آن در ایجاد یک کالای یکنواخت برای فروش نهایی است، این ساختار برای شرایطی که قوانین بر روی مسئولیت خریدار نهایی برای کاهش آلودگی تأکید دارد، مناسب نخواهد بود. با توجه به اینکه در این ساختار خریدار و فروشنده تنها با یک طرف مواجه هستند، هزینه‌های اطلاعات

کاهش می‌یابد. همچنین با داشتن مسئولیت قانونی اتاق تهاتر مبادلات در بازار برای قانون‌گذاران معتبر خواهد بود. نکته قابل توجه دیگر اینکه اگر طرف فروشنده برای عموم مشخص باشد و شیوه‌های استاندارد شده برای تجارت شفاف باشند، هزینه‌های چانه‌زنی و مذاکره نیز کاهش می‌یابد؛ بنابراین هزینه‌های تراکنشی در این ساختار کمتر خواهد بود.

محدودیت‌ها و منافع رقابتی متعدد میان ذی‌نفعان شامل: ۱) دست‌یابی به اهداف زیست‌محیطی؛ ۲) کمینه‌سازی هزینه کل دست‌یابی به اهداف کنترل آلودگی و ۳) کمینه‌سازی هزینه‌های راه‌اندازی و تراکنشی بازار، محرک‌های اصلی طراحی بازار تجارت آلودگی هستند (Woodward و همکاران، ۲۰۱۶). از آنجا که اولویت‌های ذی‌نفعان مختلف با یکدیگر تفاوت دارد، لذا هر ساختار بازار می‌تواند توسط یکی از آن‌ها مطلوب باشد. ساختار بازاری که در یک شرایط مشخص، مناسب‌ترین است، به طبیعت فیزیکی مشکل آلودگی و مشخصات آلوده‌کنندگان وابسته است. جدول (۱) تفاوت‌های موجود در ویژگی‌های کلیدی ساختارهای بازار تجارت کیفیت آب را نشان می‌دهد (Woodward و همکاران، ۲۰۱۶).

مطابق جدول (۱) مشاهده می‌شود ساختارهای مختلف بازار می‌تواند منجر به نتایج مختلف در قالب دو برنامهٔ کارآمدی اقتصادی و زیست‌محیطی شوند. با توجه به ویژگی‌های عنوان شده برای ساختار بازارهای بورس، به نظر می‌رسد این ساختار کارایی لازم در پیاده‌سازی بازار تجارت مجوزهای آلودگی میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای را ندارد. در بررسی دو ساختار بازار دیگر، نکته قابل توجه این است که ساختار اتاق تهاتر هزینه‌های تراکنش به ازای هر مبادله کم و هزینه سرمایه‌گذاری اولیه زیاد، دارد؛ در مقابل ساختار مذاکرات دوجانبه با هزینه‌های تراکنشی بالا و هزینه سرمایه‌گذاری اولیه کمتری همراه است.

جدول ۱- ویژگی‌های کلیدی ساختارهای مختلف بازار تجارت کیفیت آب

شاخص		ساختار بازار		
		بورس	مذاکرات دوجانبه	اتاق تهاتر
شاخص‌های بهره‌وری بازار	هزینه تراکنش به ازای هر مبادله	کم‌ترین	بیشترین	کم
	هزینه سرمایه‌گذاری اولیه	زیاد	کم	زیاد
شاخص‌های قابلیت اطمینان کارآمدی	درجه یکنواختی مورد نیاز	بیشترین	کم	زیاد
زیست‌محیطی	مسئولیت خریدار	خیر	بله	خیر، اما اتاق تهاتر می‌تواند مسئول را فرض کند.

جمع‌بندی

تقریباً پنج دهه از اعمال قوانین کنترلی برای بهبود کیفیت آب می‌گذرد و با وجود پیاده‌سازی برنامه‌های متعدد، آلودگی کیفیت آب ناشی از فعالیت‌های کشاورزی هنوز به عنوان یک مشکل مهم پابرجاست؛ بنابراین دست‌یابی به استانداردهای مورد نظر کیفی آب، صرفاً از طریق کنترل منابع نقطه‌ای امکان‌پذیر نخواهد بود و بهتر است رویکرد حوضه‌ای در مسائل مدیریت کیفی منابع آب در دستور کار قرار گیرد؛ به این مفهوم که بهترین راه‌حل بسیاری از مشکلات کیفیت آب، نظیر تجمع آلاینده‌ها و مشکلات کیفی رودخانه‌ها، بررسی و شناسایی منابع آلاینده نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای در سطح حوضه‌آبریز است. در این میان ضمن تعریف انواع آلاینده‌ها و بررسی ویژگی‌های هر یک به عدم قطعیت‌های موجود در تخمین میزان انتشار آلودگی منابع غیر نقطه‌ای اشاره گردید. مهم‌ترین دلایل این عدم قطعیت‌ها، تأثیر شرایط آب و هوایی بر زمان‌بندی و میزان تولید آلودگی، پیچیدگی فرآیند انتقال آن از مبدأ به محیط پذیرنده و نیز میزان کارایی اقدامات کنترلی در کاهش آلودگی منابع غیر نقطه‌ای شناخته شدند.

بررسی تحقیقات انجام شده بر روی وضعیت کیفی پیکره‌های آبی در دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که علیرغم تلاش‌های بسیار در کاهش آلودگی آب، اجرای استانداردهای تخلیه پساب، کارآمدی مناسب در دست‌یابی به اهداف کیفی را نداشته و خلاء قوانین بخش آب در کنترل آلودگی منابع غیر نقطه‌ای به شدت احساس می‌شود. طراحی برنامه‌های انتشار با هدف مدیریت منابع غیر نقطه‌ای می‌تواند به عنوان راهکاری برای رویارویی با این شرایط مطرح گردد. رویکرد بازار تجارت مجوزهای تخلیه آلودگی میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای و پیاده‌سازی آن در قالب یک ساختار بازار مناسب، می‌تواند به عنوان یک برنامه مدیریتی کارا در لحاظ عدم قطعیت‌های حاکم بر فضای منابع غیر نقطه‌ای و نیز پوشش کاستی‌های قوانین در این بخش مورد توجه قرار گیرد.

با مروری بر ویژگی‌های منابع غیر نقطه‌ای و نقش کلیدی آن‌ها در افزایش جذابیت بازارهای تجارت مجوزهای آلودگی به دلیل اختلاف قابل توجه در هزینه‌های حاشیه‌ای کنترل آلودگی این منابع با منابع نقطه‌ای، دو موضوع نوع مبادله و نسبت تجارت بهینه، مورد بررسی قرار گرفت. در ارتباط با نوع مبادله در سیستم انتشار در برابر بارگذاری، لازم به ذکر است که به دلیل عدم در نظر گرفتن منابع غیر نقطه‌ای و اثرات آن‌ها در تعیین حداکثر بـار کل روزانه، حد مجاز تخلیه آلودگی منابع نقطه‌ای به منظور حفظ کیفیت آب در سطح پایینی تعریف می‌شود؛ لذا اقبال منابع نقطه‌ای به استفاده از این نوع مبادله به دلیل تفاوت زیاد میان وضع موجود تخلیه و حد مجاز تخلیه و به تبع آن نیاز به تأمین تعداد زیادی مجوز تخلیه برای جبران این اختلاف، کاهش می‌یابد؛ بنابراین احتمال شکل‌گیری بازار در این نوع مبادله کم خواهد بود. در مقابل، نوع مبادله در سیستم تجارت انتشار در برابر ورودی‌ها به واسطه لحاظ منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای در برآورد حداکثر بـار کل روزانه و تعریف حد مجاز تخلیه برای منابع غیر نقطه‌ای، منجر به تخصیص حد مجاز تخلیه بالاتر برای منابع نقطه‌ای نسبت به نوع مبادله قبل می‌گردد. علاوه بر این انتظار می‌رود تمایل به مشارکت در بازار در این نوع مبادله به واسطه الزام منابع غیر نقطه‌ای به کاهش میزان آلودگی تولیدی، افزایش یابد. در ادامه به نقش نسبت تجارت به عنوان یکی از شاخص‌های سنجش جذابیت بازار در شکل‌گیری مبادلات اشاره گردید و اهمیت تعیین نسبت تجارت بهینه در لحاظ عدم قطعیت‌های حاکم بر سیستم، مورد بررسی قرار گرفت.

ساختارهای بازار تجارت مجوزهای آلودگی به عنوان استانداردهایی برای نحوه گردش اطلاعات و تبادل مجوزها در شکل‌گیری مبادلات میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای، نقش اساسی ایفا می‌کنند. بررسی ویژگی‌های کلیدی این ساختارها از جنبه‌های بهره‌وری بازار و قابلیت اطمینان کارآمدی زیست‌محیطی نشان می‌دهد که هر یک از آن‌ها دارای قابلیت‌های مشخصی از دیدگاه ذی‌نفعان مختلف هستند؛ بنابراین بررسی و مقایسه عملکرد ساختارهای بازار بر مبنای شاخص‌های معرفی شده، می‌تواند به عنوان راهکاری جهت بهبود مدیریت منابع آلودگی غیر نقطه‌ای با نگرش تجارت کیفیت آب مطرح شود. در این راستا سه ساختار بازار بورس، مذاکرات دوجانبه و اتاق تهاتر معرفی و بررسی شدند و بر عدم کارایی لازم ساختار بازارهای بورس در پیاده‌سازی بازار تجارت مجوزهای آلودگی میان منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای تأکید شد. از سوی دیگر هزینه‌های تراکنشی و هزینه سرمایه‌گذاری اولیه به عنوان ویژگی‌های اصلی بهره‌وری ساختار بازارهای مذاکرات دوجانبه و اتاق تهاتر معرفی گردید.

منابع

پیرعلی زفره‌ئی، ا. ر. و ابراهیمی، ع. ۱۳۹۴. ارزیابی کیفی آب رودخانه زاینده‌رود متأثر از دوره خشک‌سالی با استفاده از شاخص‌های زیستی ASPT، BMWP و هلسینهوف. مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۴(۴): ۷۱-۸۵.

ترابیان، ع.، حسنی، ا. ح. و ایزدپناه، س. ۱۳۹۰. بررسی وضعیت آب رودخانه‌های کرج و جاجرود جهت مصارف تفریحی. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۳(۲): ۵۵-۶۶.

مریدی، ع.، کراچیان، ر. و ذکایی، م. ۱۳۹۵. تحلیل وضعیت کیفیت منابع آب ایران (دوره ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳). مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۱۲(۴): ۲۳-۳۵.

هاشمی‌فرد، ا.، کردوانی، پ. و اسدیان، ف. ۱۳۹۷. تحلیل اثرات مواد آلاینده با منشاء انسانی بر کیفیت آب رودخانه کارون (حدفاصل سد گتوند تا اهواز). برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۸(۳۰): ۱۴۶-۱۵۵.

Chapra S. and Pelletier G. 2008. QUAL2Kw: A modeling framework for simulating river and stream water quality, Version 5.1: User Manual – Theory and Documentation. Environmental Assessment Program. Washington State Department of Ecology, Olympia, WA, USA.

Corrales J., Naja G.M., Bhat M.G. and Miralles-Wilhelm F. 2017. Water quality trading opportunities in two sub-watersheds in the northern Lake Okeechobee watershed. Journal of environmental management, 196: 544-559.

Dowd B.M., Press D. and Los Huertos M. 2008. Agricultural nonpoint source water pollution policy: The case of california's central coast. Agriculture, Ecosystems & Environment, 128(3): 151-161.

Ghosh G.S. and Shortle J.S. 2012. Managing pollution risk through emissions trading. FCN Working Paper No. 1/2012.

Horan R.D., Shortle J.S. and Abler D.G. 2002. Point/Nonpoint nutrient trading in the Susquehanna river basin. Water Resources Research, 38(5): 8-1-8-12.

D.L. 2017. Trading on risk: The moral logics and economic reasoning of North Carolina farmers in water quality trading markets. Economic Anthropology, 4(2): 225-238.

Olmstead S. M. 2010. The economics of managing scarce water resources. Review of Environmental Economics and Policy, 4(2): 179-198.

Parry R. 1998. Agricultural phosphorus and water quality: A US environmental protection agency perspective. Journal of Environmental Quality, 27(2): 258-261.

Ribaudo M., Horan R.D. and Smith M.E. 1999. Economics of water quality protection from nonpoint sources: Theory and practice. United States Department of Agriculture, Economic Research Service.

Ribaudo M. 2009. Nonpoint pollution regulation approaches in the US. The Management of Water Quality and Irrigation Technologies, 84-101.

Sharp M., Suter J. and Hoag D. 2017. An Experimental Approach to Resolving Uncertainty in Water Quality Trading Programs, No. 1377-2016-109932, pp. 1-29.

Shortle J.S. and Horan R.D. 2001. The economics of nonpoint pollution control. Journal of Economic Surveys, 15(3): 255-289.

Stephenson K. and Shabman L. 2017. Where did the agricultural nonpoint source trades go? Lessons from Virginia water quality trading programs. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 53(5): 1178-1194.

Tabaichount B., Wood S.L.R., Kermagoret C., Kolinjivadi V., Bissonnette J.F., Zaga Mendez A. and Dupras J. 2019. Water quality trading schemes as a form of state intervention: Two case studies of state-market hybridization from Canada and New Zealand. Ecosystem Services, 36: 100890.

Wiesmeth H. 2012. Command-and-Control Policy. Environmental Economics: Springer Texts in Business and Economics. Springer, Berlin, Heidelberg.

Wiesmeth H. (2012) Command-and-Control Policy. In: Environmental Economics. Springer Texts in

Hung M.F. and Shaw D. 2005. A trading-ratio system for trading water pollution discharge permits. Journal of Environmental Economics and Management, 49(1): 83-102.

Lee C.S. and Wen C.G. 1996. River assimilative capacity analysis via fuzzy linear programming. Fuzzy Sets and Systems, 79(2): 191-201.

Letson D. 1992. Point-Nonpoint source pollution reduction trading: An interpretive survey. Natural Resources Journal, 32: 219-232.

Mahjoobi E., Sarang A. and Ardestani M. 2016a. Management of unregulated agricultural nonpoint sources through water quality trading market. Water Science and Technology, 74(9): 2162-2176.

Mahjoobi E., Ardestani M. and Sarang A. 2016b. Assessment of water quality trading market performance through regulating agricultural nonpoint sources (findings from an analytical case study of Gharesoo watershed in Iran). Journal of Research in Ecology, 4(2): 267-288.

Malik A.S., Larson B.A. and Ribaudo M. 1994. Economic incentives for agricultural nonpoint source pollution control. Journal of the American Water Resources Association, 30(3): 471-480.

Morgan C. and Wolverton A. 2005. Water quality trading in the united states. National Center for Environmental Economics Working Paper, 05-07.

Motallebi M., O'Connell C., Hoag D.L. and Osmond D.L. 2016. Role of conservation adoption premiums on participation in water quality trading programs. Water, 8(6): 245.

Motallebi M., Hoag D.L., Tasdighi A., Arabi M. and Osmond, D.L. 2017. An economic inquisition of water quality trading programs, with a case study of Jordan Lake, NC. Journal of Environmental Management, 193: 483-490.

Nangia V., Gowda P., Mulla D. and Sands G. 2008. Water quality modeling of fertilizer management impacts on nitrate losses in tile drains at the field scale. Journal of Environmental Quality, 37(2): 296-307.

O'Connell C., Motallebi M., Osmond D.L. and Hoag,

Association, 38(4): 967-979.

Woodward R.T., Newburn D.A. and Mezzatesta M. 2016. Additionality and reverse crowding out for pollution offsets in water quality trading. Ecological Economics, 128: 224-231.

Business and Economics. Springer, Berlin, Heidelberg.

Woodward R.T., Kaiser R.A. and Wicks A.M. 2002. The structure and practice of water quality trading markets. Journal of the American Water Resources