دوفصلنامه(نشریه) علمی مطالعات برنامه‌ریزی قلمرو کوچ‌نشینان
شاپای الکترونیکی: ۰۵۳۰-۲۸۲۱
www.jsnap.ir

دوره سوم، شماره دوم(پیاپی ۶)، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، صص. ۱-۱۲
DOI: 10.22034/JSNAP.2023.389424.1051

مقاله مروری

کارکردها و خدمات گسترش و غالبیت گیاهان چوبی در قلمرو بهره‌برداران مرتعی

الهام قهساره‌اردستانی – استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
شهرام منصوری * – دانشجوی دکتری علوم و مهندسی مرتع، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
حجت‌اله خدری‌غریبوند - استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

تاریخ دریافت: ۰۷ اردیبهشت ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۲۲ مرداد ۱۴۰۲

چکیده

مقدمه: اکثر مراتع و علفزارهای سراسر جهان متاثر از عوامل متعدد به اکوسیستم‌های جدید نوظهور تبدیل می‌شوند. فراوانی یا غالبیت نسبی گیاهان علفی و پوشش گیاهان چوبی این اکوسیستم‌ها در مقیاس‌های زمانی مختلف بسیار متغیر هستند. در طول چندین دهه گذشته، تغییر در جهت افزایش فراوانی پوشش گیاهان چوبی در سراسر جهان افزایش یافته است.

هدف پژوهش: گسترش و غالبیت گیاهان چوبی در بسیاری از مراتع و علفزارهای جهان، تغییراتی در کارکردها، کالاها و خدمات اکوسیستمی در مناطق تحت تاثیر این پدیده در مقایسه با خدمات ارایه شده قبلی اکوسیستم، بوجود می‌آورند و خدمات جدید و تا حدی ناشناخته ارایه می‌دهند.

روش‌شناسی تحقیق: این مطالعه با مرور مقالات علمی معتبر و جدید مرتبط به شناسایی کارکردها، کالاها و خدمات حاصله از پدیده گسترش و غالبیت گیاهان چوبی در اکوسیستم‌های مرتعی می‌پردازد.

قلمرو جغرافیایی پژوهش: عوامل زنده از جمله ویژگی‌های گیاهان چوبی و غیرزنده همچون اقلیم و خاک در قلمرو پراکنش گیاهان چوبی و جغرافیای حضور عشایر و دامداران تأثیرات متفاوتی بر تنظیم مبادلات بین پاسخ‌های اکوسیستم به این پدیده می‌گذارند.

یافته‌ها و بحث: با توجه به گستردگی و تاثیرات ناشی از وقوع پدیده گسترش و غالبیت گیاهان چوبی شناسایی کارکردها، کالاها و خدمات حاصله از این پدیده اهمیت ویژه‌ای دارند که می‌بایست مورد توجه ویژه قرار گیرد.

نتایج: به دنبال گسترش و غالبیت گیاهان چوبی می‌توان با شناسایی این کالاها، خدمات، کارکردها و منافع با توجه به گونه‌های جایگزین شده، از پتانسیل‌های کارکردها، کالاها و خدمات جدید در راستای بهبود مدیریت و معیشت جوامع بهره‌بردار محلی با توجه به وسعت اراضی و جمعیت تحت تاثیر این پدیده به نحو مطلوب بهره‌برداری و برنامه‌ریزی نمود.

کلیدواژه‌ها: مراتع، علفزارها، گسترش و غالبیت گیاهان چوبی، کارکردهای اکوسیستمی، کالاها و خدمات اکوسیستمی.

* نویسنده مسئول: شهرام منصوری
E- Mail: Shahrammansoori@gmail.com

مقدمه

مراتع و علفزارها وسیع‌ترین اکوسیستم‌های خشکی کره زمین هستند که تقریبا نیمی از سطح خشکی‌های سطح زمین را در بر می‌گیرند. این اکوسیستم‌ها حیاتی‌ترین بستر توسعه پایدار محیط زیست و پدیده‌های اکولوژیکی می‌باشند که کارکردها، کالاها و خدمات آن‌ها یکی از مهمترین و تاثیرگذارترین عوامل بر ساختار زیستی و اجتماعی این اکوسیستم‌ها می‌باشد و بستر بسیاری از فعالیت‌های توسعه‌ای محسوب می‌شوند. مراتع علاوه بر تامین علوفه و زیستگاه حیوانات اهلی و وحشی، کارکردها، کالاها و خدمات اکوسیستمی مختلفی از جمله حفاظت از تنوع زیستی، ترسیب کربن و غیره را ارائه می‌کنند (Solomon et al., 1993). از این‌رو این اکوسیستم‌ها از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردارند و ضروری است کارکردهای متعدد آن‌ها به منظور بهره‌مندی در مدیریت بهینه و بهره‌برداری پایدار از عرصه‌های مرتعی مورد بررسی قرار گیرد (مصداقی، ۱۳۷۷).

استقرار گیاهان چوبی در مناطق مرتعی و علفزارها، که تحت عنوان گسترش و غالبیت گیاهان چوبی[1] شناخته می‌شود، به طور گسترده به عنوان یکی از چندین عامل ایجاد تغییرات این اکوسیستم‌ها خصوصا در مناطق خشک و نیمه‌خشک به رسمیت شناخته شده است. گسترش و غالبیت گیاهان چوبی یک پدیده جهانی و فراگیر است که با توجه به تاثیرات مختلف و با نرخ متفاوت در حال وقوع می‌باشد. وابسته به مقیاس گسترش، غالبیت و ویژگی‌های گونه‌های گیاهان چوبی جایگزین ممکن است ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک، هیدرولوژی و تنوع زیستی محلی را تغییر دهد. یکی از اثرات نامطلوب گسترش و غالبیت گیاهان چوبی که به خوبی مستند شده است، کاهش پوشش گیاهان علفی است که با کاهش تامین علوفه، تولیدات دامی را محدود می‌کند. این پدیده در بسیاری از کشورهای آفریقایی، آمریکای شمالی و جنوبی، استرالیا و برخی از نقاط اروپا گزارش شده است (Belay et al., 2013).

با توجه به تاثیرات مختلف این پدیده بر اکوسیستم‌های طبیعی خصوصا مراتع و علفزارها که بهره‌برداران بسیاری در آن حضور دارند و اینکه معیشت آن‌ها نیز بدان وابسته است، شناخت این تاثیرات و تغییرات در راستای استفاده از پتانسیل‌های ایجاد شده در غالب کارکردها، کالاها و خدمات جدید مراتع بسیار حائز اهمیت است. این پژوهش، با مروری بر مطالعات صورت گرفته و منابع موجود، کارکردها، کالاها و خدمات گسترش و غالبیت گیاهان چوبی را مورد بررسی قرار می‌دهد تا زمینه درک بهتر جوامع محلی در راستای بهره‌برداری اصولی و شناخت مدیران و برنامه‌ریزان در راستای مدیریت بهتر و تصمیم‌گیری خردمندانه برای این اکوسیستم‌های تغییر یافته فراهم گردد.

روش پژوهش

این مطالعه پدیده گسترش و غالبیت گیاهان چوبی و کارکردها و خدمات مرتبط را در قلمرو بهره‌برداران مرتعی مورد بررسی قرار داده است. از آنجائی که این پدیده به عنوان موضوعی جدید و نوظهور شناخته می‌شود و در ایران راجع به این موضوع مطالب اندکی گزارش شده است، صرفا مطالعات صورت گرفته در سطح جامعه علمی جهانی مورد توجه قرار گرفتند. در این راستا به‌منظور انجام این مطالعه، ابتدا مقالات مرتبط با پدیده گسترش و غالبیت گیاهان چوبی از منابع علمی معتبر استخراج شدند. بدین منظور به طور سیستماتیک مقالات منتشر شده جستجو و شناسایی گردید و اطلاعاتی در خصوص ساختار، کارکرد و ترکیب اکوسیستم‌های طبیعی و مرتعی در ارتباط با پدیده گسترش گیاهان چوبی به دست آید. ویژگی‌های کارکردی اکوسیستم شامل معیارهایی بود که فرآیند اکوسیستم مانند تولید (به عنوان مثال، زیست توده)، فرآیندهای هیدرولوژیکی (مانند رواناب، نفوذ، فرسایش خاک) و چرخه مواد مغذی، از جمله مواد آلی خاک (مانند کربن خاک، نیتروژن خاک، فسفر خاک) و گیاه را نشان می‌داد. در این رابطه چندین پایگاه داده (به عنوان مثال، Web of Science، Scopus، Technology & Proquest Science، Informit Online، Environment Complete، Biosis و Geobase/georef) در دوره زمانی ۲۰۲۲-۱۹۹۰ استفاده از کلمات کلیدی مترادف با گسترش و غالبیت گیاهان چوبی، کارکردهای اکوسیستمی، کالاها و خدمات اکوسیستمی، جستجو شد. در نهایت با دسته‌بندی موارد مرتبط با کارکردها و خدمات گسترش و غالبیت گیاهان چوبی، این مطالعه انجام پذیرفت.

[1] Woody plant encroachment

نرخ گسترش و غالبیت گیاهان چوبی

گسترش و غالبیت گیاهان چوبی (از نظر نرخ و سطح چوبی شدن) طی دهه‌های گذشته، خصوصا از اوایل قرن ۲۰ میلادی بطور قابل توجهی افزایش یافته است. بررسی‌های طولانی مدت در طول پنج هزار سال قبل، نشان داده‌اند که گسترش و غالبیت گیاهان چوبی در ۲۰۰ سال گذشته بی‌سابقه و تا حدی غیرطبیعی می‌باشد (Brunelle et al., 2014). نرخ‌های چوبی شدن براساس نرخ رشد در بین مناطق مختلف، متفاوت است و این میزان در حدود ۲/۳–۰/۱ درصد از سطح زمین در سال را پوشش می‌دهد. اغلب مطالعات نشان می‌دهد که نرخ تکثیر درختان معمولاً از تکثیر درختچه‌ها و بوته‌ای‌ها بیشتر است که ظاهراً منعکس‌کننده میزان بارش بیشتر در مناطقی است که گسترش درختان در آن محدوده رخ می‌دهد (Stevens et al., 2016).

ممکن است تفاوت در نرخ چوبی شدن با توجه به انواع ویژگی‌های ساختاری و عملکردی گیاهان چوبی متفاوت باشد. در این خصوص مطالعات نشان می‌دهند نرخ‌های چوبی شدن در میان درختان همیشه سبز با برگ‌های فلس‌دار (*Juniperus virginiana*) و درختان خزان‌کننده تثبیت‌کننده نیتروژن (*Prosopis glandulosa*) بیشترین میزان را داشته است. نرخ‌های گزارش شده تغییر در پوشش گیاهان چوبی در سراسر علفزارها و مرزهای جنگل–علفزار در آفریقا، استرالیا و آمریکای جنوبی با آنچه در آمریکای شمالی مشاهده شده است نیز متفاوت است. هر چند حداکثر نرخ‌های گزارش شده برای نقاط مختلف با گونه‌های گیاهان چوبی خاص متفاوت می‌باشد (Stevens et al., 2016).

قابل ذکر اینکه، به طور معمول در تحقیقات، مکان‌های خاصی را هدف قرار می‌دهند که چوبی شدن در آن‌ها رخ داده یا در حال وقوع است. بنابراین، تخمین‌های نرخ چوبی شدن احتمالاً به واقعیت نزدیک نیست و نرخ بیشتری را نشان می‌دهند. به طور کلی نرخ گسترش در مراحل اولیه دوره مطالعه آن (به عنوان مثال مطالعه دوره ۱۰ ساله نسبت به مطالعه دوره ۲۰ ساله) بالاترین میزان است و به دنبال آن کاهش می‌یابد (Fensham et al., 2005). علاوه براین، تغییر در نرخ چوبی شدن نیز به واسطه تفاوت‌های محلی یا منطقه‌ای در عوامل محیطی، رژیم‌های آشفتگی و کاربری زمین، متغیر خواهد بود (Stevens et al., 2016).

مفهوم کارکردها، کالاها و خدمات اکوسیستم

کارکردهای اکوسیستم در حقیقت ظرفیت فرایندهای طبیعی و اجزای آن در تامین کالاها و خدماتی که به طور مستقیم و غیرمستقیم نیازهای مردم را تامین می‌کند تعریف شده است. هر کارکرد (کالا و خدمات) نتیجه فرایندهای طبیعی (فعل و انفعالات پیچیده بین اجزای زنده و غیرزنده اکوسیستم از طریق نیروهای محرک جهانی ماده و انرژی) مجموع زیر سیستم‌های اکولوژیکی و ساختارهای اکوسیستم است که خود یک بخش را تشکیل می‌دهد (Fisher, 2008). میزان ارزش کارکردهای اکوسیستم که از طریق طبیعت به جوامع انسانی ارائه می‌شود می‌تواند با کالاها و خدمات عرضه شده از سوی کارکردهای اکوسیستم مورد سنجش و ارزشگذاری قرار گیرد. انسان مسئول ارزشگذاری است که تبدیل ساختارها و فرایندهای اکولوژیکی را به پدیده‌های ارزشمند را ممکن می‌سازد.

در حال حاضر از خدمات طبیعت، به عنوان خدمات اکوسیستم[1] یاد می‌شود و این واژه‌ای است که اولین بار توسط Ehrlich (۱۹۸۱) مورد استفاده قرار گرفت. خدمات اکوسیستم مجموعه‌ای از کارکردهای اکوسیستم است که برای انسان مفید است (Sekercioglu, 2010). اصطلاح خدمات اکوسیستم دارای معانی و تعاریف متعدد و زیادی است. به عنوان مثال ارزیابی خدمات اکوسیستم هزاره سازمان ملل[2] خدمات اکوسیستم را به عنوان مزایایی که بشر از اکوسیستم‌ها به دست می‌آورد تعریف کرد (UNEP, 2005). علاوه براین، برنامه ابتکاری اقتصاد اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی[3] خدمات اکوسیستم را تاثیر مستقیم و غیرمستقیم اکوسیستم‌ها بر رفاه انسان می‌داند، همچنین خدمات اکوسیستم را ابعادی از اکوسیستم می‌داند که فعالانه یا منفعلانه در ایجاد سلامت انسان مورد استفاده قرار می‌گیرد (جدول ۱) (TEEB, 2010; Turner and Fisher, 2008).

[1] Ecosystem Services
[2] The UN Millennium Ecosystem Assessment
[3] Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) Initiative

جدول ۱. تعاریف خدمات اکوسیستم

فلسفه حاکم	تعریف خدمات اکوسیستم
خدمات اکوسیستم همان منافع	منافعی که جوامع انسانی مستقیم یا غیرمستقیم از کارکردهای اکوسیستم به دست می‌آورند.
خدمات اکوسیستم منجر به منافع	شرایط و فرایندهای اکوسیستم که به واسطه آن تنوع زیستی، اکوسیستم‌های طبیعی، گونه‌ها حفظ شده و حیات انسانی امکان‌پذیر می‌شود.
خدمات اکوسیستم منجر به منافع	پتانسیل اجزاء اکوسیستم و فرایندهای طبیعی آن در تامین کالاها و خدماتی که مستقیم یا غیرمستقیم نیازهای انسانی را برآورده می‌سازند.
خدمات اکوسیستم همان منافع	منافعی که انسان از اکوسیستم به دست می‌آورند.
خدمات اکوسیستم منجر به منافع	آن دسته از اجزاء اکوسیستم که در جهت رفاه انسانی مستقیما مصرف شده، مورد استفاده قرار می‌گیرد یا از آن‌ها لذت برده می‌شود.
خدمات اکوسیستم منجر به منافع	وجوهی از اکوسیستم که به شکل فعالانه یا منفعلانه در جهت رفاه انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

منبع: اسدالهی و همکاران، ۱۳۹۷

Daily (۱۹۹۷) خدمات اکوسیستم را شرایط و فرایندها[1]تعریف کرد. در حالی که Costanza و همکاران (۱۹۹۷) خدمات اکوسیستم را نماینده کالاها و خدماتی می‌داند که حاصل از کارکردها[2]می‌باشند. همانگونه که ذکر گردید ارزیابی اکوسیستم هزاره (MEA, 2005) نیز خدمات اکوسیستم را همان منافع[3]معرفی کرده است (جدول ۱). با وجود توافق همگانی بر مفهوم کلی خدمات اکوسیستم، تفاوت‌های قابل توجهی در تعاریف ارایه شده می‌توان ملاحظه کرد. با وجود تلاش‌های متعدد، در حال حاضر تعریف مشخص و ثابتی از خدمات اکوسیستم که مورد قبول همگان باشد وجود ندارد.

کارکردها، کالاها و خدمات اکوسیستمی پدیده گسترش و غالبیت گیاهان چوبی

به منظور شناسایی ارزش اکوسیستم‌های درگیر با پدیده گسترش و غالبیت گیاهان چوبی به جامعه، نیاز به طبقه‌بندی کارکردها، کالاها و خدماتی مختلفی است که در ارزشگذاری کل دخالت دارند. کارکردها و خدمات اکوسیستم به ابزار مهمی به منظور پیوند با حفاظت از تنوع زیستی و رفاه انسان تبدیل شده است (Dıaz et al., 2015). تنوع زیستی با ارائه کالاها و خدمات اکوسیستم ارتباط مثبتی دارد و در پی آن رفاه انسان را به دنبال دارد. با توجه به جمع‌بندی تعاریف ارایه شده، کالاها و خدمات اکوسیستم را می‌توان منافع طبیعت برای مردم از طریق افزایش کیفیت زندگی و رفاه اقتصادی–اجتماعی و رضایتمندی‌شان تعریف کرد.

بر اساس تقسیم‌بندی ارزیابی اکوسیستم هزاره (MEA, 2005) کارکردهای اکوسیستم شامل (۱) کارکردهای تنظیمی[4]از جمله کارکرد تنظیم گاز، تنظیم آب و هوا، تنظیم آشفتگی (اختلال)، تنظیم آب، عرضه و تامین آب، حفظ خاک، تشکیل خاک، تنظیم مواد مغذی، عملیات دفع مواد زائد (تصفیه پسماند) یا گرده‌افشانی ؛ (۲) کارکردهای زیستگاهی[5]از قبیل کارکرد پناهگاهی یا کارکرد خزانه‌ای ؛ (۳) کارکردهای تولیدی[6]از جمله کارکرد غذا، مواد خام، منابع ژنتیکی و توارث گیاهی، منابع دارویی یا منابع تزیئنی و آرایشی و (۴) کارکردهای اطلاعاتی[7]همچون کارکرد اطلاعات زیباشناختی، تفریح و اکوتوریسم، اطلاعات معنوی تاریخی، اطلاعات فرهنگی و هنری یا علوم و آموزش می‌باشند. علاوه براین، (۵) تاب‌آوری[8]اکوسیستم که در جذب شوک‌ها و تداوم کارکردهای اکوسیستمی تاثیر کلیدی دارد (Folke et al., 2004)، نیز مورد توجه قرار گرفت. گیاهان چوبی بسیاری از کارکردها و خدمات اکوسیستمی را به طور مستقیم در هنگام ارائه کالاها و خدمات مهم اقتصادی (مانند چوب، هیزم، الیاف و میوه‌ها) و یا به طور غیرمستقیم به عنوان مخزن تنوع زیستی ارائه می‌دهند (جدول۲).

در راستای تبدیل کارکردهای اکوسیستم به عنوان ابزار ارزیابی به ابزاری کاربردی به‌منظور برنامه‌ریزی و طراحی، نیاز به درک بهتری از کالاها و خدمات اکوسیستم، ویژگی‌های فضایی و روابط درونی‌شان است. پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه کارکردها و خدمات اکوسیستم تدریجاً در

[1] Conditions and Processes
[2] Functions
[3] Benefits
[4] Regulatory functions
[5] Habitat functions
[6] Production functions
[7] Information functions
[8] Resilience

حال یکپارچه شدن با اکولوژی منظر و برنامه‌ریزی فضایی است که مسئله مقیاس‌ها و ساختارهای مرتبط با تولید و کاربرد کارکردها، کالاها و خدمات اکوسیستم را مدنظر قرار می‌دهند (Troy and Wilson, 2006).

- کارکردها و خدمات زیستگاهی

کارکردهای زیستگاهی به عنوان کارکردها و فرایندها اکولوژیکی لازم جهت تولید خدمات اکوسیستم پایانی و محصول اکوسیستم، در نظر گرفته می‌شوند که دربرگیرنده کارکرد پناهگاهی (زیستگاهی) گونه‌ها و خزانه‌ای (مراقبت از تنوع ژنتیکی) می‌باشد. در مراتع نمونه‌ای از این خدمات عبارتند از تولید اولیه، چرخه مواد غذایی، حفاظت از خاک و تنوع زیستی است که نشان دهنده منبع بزرگی از تنوع ژنتیکی، گونه‌ای و عملکردی است (Sala et al., 2017). کلید حفظ تنوع زیستی، هماهنگی و حفاظت از آن با ارائه هر چه بیشتر سایر کارکردهای اکوسیستمی است. تخریب مراتع که در بیشتر موارد ناشی از چرای بی‌رویه، تهاجم گونه‌های مهاجم، گسترش گیاهان چوبی و غیره هستند، مستقیما بر ارائه کارکردهای زیستگاهی تاثیر می‌گذارند. مسلما تخریب مراتع تاثیر بیشتر و قریب الوقوع‌تری نسبت به تغییر اقلیم بر توانایی این اکوسیستم‌ها برای تامین نیازهای انسانی دارد. در مقیاس جهانی عرضه کارکردهای زیستگاهی بیشتر از تقاضا است بااین وجود، استفاده انسانی مستقیما اعمال نمی‌شود. طبق تعریف کارکردهای زیستگاهی، مستقیما توسط انسان حتی هنگامی که بر عرضه کارکردهای تنظیمی و اطلاعاتی تاثیر می‌گذارد استفاده نمی‌شود (Sala et al., 2017).

با توجه به نوع نگرش و بهره‌برداری سنتی از مراتع، نگرانی‌ها در خصوص کاهش و هدررفت تولید علوفه در صورت گسترش گیاهان چوبی و جایگزینی گیاهان علفی با گیاهان بوته‌ای و درختچه‌ای افزایش یافته است. به دلیل گستردگی تأثیر گسترش گیاهان چوبی، این تغییرات به طور بالقوه می‌توانند بر منابع جهانی کربن و تعادل انرژی تأثیر گذارند. از دیدگاه بهره‌برداری سنتی، جایگزینی گیاهان چوبی نسبت به گیاهان علفی از بازده کمتری برخوردار است و در نتیجه تولید اولیه خالص بالای سطح زمین[1] اکوسیستم کاهش می‌یابد. درصورتی که گیاهان چوبی جایگزین‌شده نسبت به گیاهان علفی از بهره‌وری بیشتری برخوردارند، تولید اولیه خالص بالای سطح زمین را افزایش می‌دهند و اگر تولید اولیه خالص بالای سطح زمین گیاهان چوبی با گونه‌های علفی تا حدودی یکسان باشد هیچ تغییر خالصی وجود نخواهد داشت (Archer et al., 2017).

علفزارها و مراتع از جمله اکوسیستم‌های در معرض تهدید هستند که وسعت آن‌ها تحت تاثیر عوامل زیادی قرار دارد و اکثر آن‌ها به بقایای کوچکی از توزیع اولیه خود تقلیل یافته‌اند (Noss et al., 1995; Hoekstra et al., 2004). جایگزینی علفزارها و مراتع توسط گیاهان چوبی که شامل گونه‌های جدیدی هستند که به طور مستقیم مخزن تنوع زیستی علفزارها و مراتع را تحت تاثیر قرار می‌دهند. متعاقباً، اصلاح ویژگی‌های خاک، ساختار پوشش گیاهی و میکرواقلیم که گسترش گیاهان چوبی را به دنبال دارد ممکن است باعث تامین زیستگاه برای موجودات وابسته شود که این گیاهان از طریق استقرار سایر گونه‌های گیاهی و جانوری جدید با توجه به ویژگی‌های حمایتی موثر باشند (Jeffrey et al., 2017).

حداکثر تنوع در پیکربندی‌های مراتع و علفزارها اغلب در جایی رخ می‌دهد که گیاهان چوبی و علفی هر دو به تناسب خوبی، با توجه به پتانسیل‌های منطقه و به نسبت مناسب، حضور دارند و یا در جایی رخ می‌دهند که منافع در گونه‌های گیاهان چوبی جدید جایگزین شده بیشتر از گونه‌های موجود اولیه در مراتع و علفزار است که در طی پدیده گسترش و غالبیت گیاهان چوبی ایجاد شده‌اند. با افزایش فراوانی گیاهان چوبی، گونه‌های علفی در نهایت کاهش می‌یابند و گیاهان و جانورانی که با بوته‌ها یا جنگل‌ها سازگار هستند جایگزین می‌شوند (Archer et al., 2017). گیاهان چوبی بزرگ‌تر و متراکم‌تر که شاخ و برگ‌هایشان به سطح خاک می‌رسند می‌توانند زیستگاه‌های بهتری را برای پرندگان، بی‌مهرگان و پستانداران وابسته به جنگل‌ها و بوته‌زارها فراهم کنند و میکروکلیماهای جدیدی به وجود آورند (D'Odorico et al., 2012; Jeffrey et al., 2016). علاوه براین، گیاهان چوبی در بافت‌ها یا اندام‌های خود میزبان مجموعه‌ای از میکروارگانیسم‌های همزیست و آزاد همچون باکتری‌ها، قارچ‌ها، اومیست‌ها، پروتیست‌ها و ویروس‌ها هستند که معمولاً به این گونه گیاهان عنوان میکروبیوتا[2] اطلاق می‌شود (Pauline et al., 2019).

[1] Aboveground net primary production
[2] Microbiota

کارکردها و خدمات تولیدی

محصولاتی که از اکوسیستم‌ها به طور مستقیم قابل برداشت هستند به عنوان کارکردهای تولیدی شناخته می‌شوند، به طور کلی این نوع کارکردها دارای ارزش اقتصادی می‌باشند. کارکردهای تولیدی عمده از جمله کارکرد غذا، مواد خام، منابع ژنتیکی و توارث گیاهی، منابع دارویی یا منابع تزیئنی و آرایشی هستند (Sala et al., 2017). تأثیر هیدرولوژیکی گسترش و غالبیت گیاهان چوبی بر خدمات تولیدی اکوسیستم‌ها، خصوصاً اکوسیستم‌های مرتعی اهمیت بسیار بالایی دارد، زیرا تغییرات اقلیمی و تقاضای انسان برای آب شیرین که توام با توسعه پدیده چوبی شدن افزایش یافته است، نگرانی‌های جهانی در زمینه امنیت آب را برای جوامع ایجاد کرده است (Vorosmarty et al., 2010). موضوعی که عموما در این خصوص، مطرح می‌شود این است که آیا گسترش و غالبیت گیاهان چوبی تغذیه آب زیرزمینی و یا جریان سطحی به منظور تامین آب سدها کاهش می‌دهد؟ و آیا پدیده چوبی شدن این پتانسیل را دارد که با تمام اجزای معادله چرخه و تامین آب (بارش، تبخیر و تعرق، رواناب و زهکشی عمیق یا تغذیه سفره‌های زیرزمینی) تداخل و تاثیرگذاری مثبت داشته باشد (Tennesen, 2008). تفاوت‌های ساختاری بین اکوسیستم‌های جنگلی و مراتع نشان می‌دهد جنگل‌ها دارای تبخیر و تعرق بالاتر و رواناب پایین‌تری نسبت به علفزارها و مراتع می‌باشند (Bonan, 2008) و این امر که نیز بر چرخه و تامین آب تاثیر می‌گذارد در چوبی شدن و گسترش و غالبیت گیاهان بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی باید مد نظر قرارگیرد.

چهار فرآیند اصلی به دنبال گسترش و غالبیت گیاهان چوبی و تامین آب قابل انتظار است. اول اینکه، گیاهان چوبی می‌توانند آب ذخیره شده در لایه‌های عمیق‌تر خاک را جذب کنند. دوم اینکه، این گیاهان دارای آلبدوی پایین‌تر و تلاطم هوای بیشتر در لایه مرزی تاج پوشش خودشان دارند که این امر تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی آن‌ها را افزایش می‌دهد. سوم اینکه، دوره‌های طولانی خواب، تعرق در علفزارها را در تعداد روزهای سال محدود می‌کند، در حالی که گیاهان چوبی، به ویژه اگر همیشه سبز باشند دوره‌های تعرق طولانی‌تری دارند. در نهایت، تاج پوشش گیاهان چوبی روی بیلان و چرخه آب باران تاثیرگذار می‌باشد. بنابراین تبخیر و تعرق در علفزارها و قبل از ورود گیاهان چوبی (به ویژه در سوزنی برگ‌ها و گیاهان فلس‌دار) کمتر است (Donohue et al., 2007). گیاهان چوبی علاوه بر تاثیرگذاری بر چرخه آب که امری مهم و حیاتی است، نحوه بهره‌برداری جوامع محلی و بهره‌برداری‌های جدید از اکوسیستم تغییر یافته را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Pauline et al., 2019).

تغییرات پوشش گیاهی با تاثیر بر نحوه بهره‌برداری جوامع محلی مشخص می‌شوند. مهمترین محور از این بهره‌برداری از گسترش و غالبیت گیاهان چوبی که احتمالا کاهش دسترسی دام‌ها به گیاهان علفی است که بر نحوه و کیفیت زندگی آن‌ها تاثیر می‌گذارد. در مقابل این محدودیت‌ها که مربوط به روش‌های سنتی بهره‌برداری از مراتع می‌باشند، با توجه به نوع گونه گیاه چوبی جایگزین شده بهره‌برداری‌های جدیدی صورت می‌گیرد که بیانگر پتانسیل این گونه می‌باشد. افزایش سوخت در دسترس، افزایش الوار مورد نیاز، کمک به خدمات کشاورزی و همچنین استفاده از تولیدات ثانویه گیاهان جایگزین شده از جمله تولید شهد و مان[1] و توسعه زنبورداری از کالاها و خدمات تولیدی می‌باشند که می‌تواند در جوامع اجتماعی تاثیرگذار باشند (Linda et al., 2022).

- کارکردها و خدمات تنظیمی

منافعی که عموما به صورت غیرمستقیم به بشر از طریق تنظیم اکوسیستم دریافت می‌گردد تحت عنوان خدمات تنظیمی محسوب می‌گردند، کارکردهایی مانند کارکرد تنظیم گاز، تنظیم آب و هوا، تنظیم آشفتگی (اختلال)، تنظیم آب، عرضه و تامین آب، حفظ خاک، تشکیل خاک، تنظیم مواد مغذی، عملیات دفع مواد زائد (تصفیه پسماند) یا گرده‌افشانی می‌باشد. مراتع مقادیر زیادی از کربن را عمدتا در خاک جذب می‌کنند و از تلفات کربن در جو جلوگیری می‌کنند. ترسیب کربن در مراتع به دلیل مساحتی که مراتع اشغال می‌کنند حائز اهمیت است، اگرچه ذخیره‌سازی کربن در واحد سطح در اکوسیستم‌های مرتعی کمتر از سایر اکوسیستم‌ها مانند تالاب‌ها و جنگل‌ها است. کل جهان از یک واحد ترسیب کربن، سود می‌برد زیرا گازهای گلخانه‌ای به طور کامل در جو جهانی مخلوط شده است (جدول ۲) (Jeffrey et al., 2016; Sala et al., 2017).

پدیده جهانی گسترش و غالبیت گیاهان چوبی منجر به توزیع مجدد قابل توجه کربن در بین منابع بزرگ کره زمین می‌شود. تکثیر درختان، درختچه‌ها و بوته‌ها در طیف وسیعی از مناطق زیست اقلیم جزء بالقوه ذخیره کربن را تشکیل می‌دهند، اما میزان ذخیره کربن اراضی بسیار نامشخص است (Barger et al., 2011). بنابراین این گیاهان در زمینه گرمایش جهانی، ظرفیت جذب کربن نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار

[1] Maan

هستند. در خصوص اثرات گسترش و غالبیت گیاهان چوبی بر تعادل کربن اکوسیستم به دلیل کمی‌سازی ناکافی بهره‌وری گیاهان چوبی در اکوسیستم‌های چوبی شده تعمیم‌پذیری بالایی گزارش نشده است (Archer et al., 2017).

گونه‌های بوته‌ای و درختچه‌ای در تامین کارکردهای تنظیمی نقش حیاتی دارند. کارکردهای اکوسیستمی تهیه و تنظیم آب توسط اکوسیستم‌های جنگلی و مرتعی شامل تنظیم جریان‌های فصلی آب، تأمین آب برای مصارف مختلف، تصفیه و ذخیره آب است. علاوه براین، وجود پوشش گیاهان چوبی موجب می‌شود انرژی جنبشی قطرات باران هنگام برخورد با آن‌ها کاهش و مقدار جذب آب توسط خاک افزایش یابد (Mobaghei et al., 2010). به طورکلی، این گیاهان چوبی به طور فعال در چرخه‌های آب و گاز دی‌اکسیدکربن در اکوسیستم‌های پیچیده طبیعی تاثیرگذار می‌باشند.

اغلب گیاهان چوبی قادر به تثبیت نیتروژن می‌باشند بنابراین می‌توان انتظار داشت که عملکرد خاک را در مناطق خشک و نیمه‌خشک بهبود بخشند (Mureva et al., 2018). به طور مشابه، اکثر گیاهان چوبی با ریشه‌های عمیق و فیبری به دلیل فراوانی بیشتر منافذ درشت ایجاد شده توسط ریشه و ایجاد مسیرهای متعدد در خاک‌های افق زیرین، احتمالاً منجر به افزایش عملکرد هیدرولوژیکی و پایداری بیشتر خاک می‌شوند. علاوه براین، گیاهان چوبی تله‌های مؤثرتری برای مواد ته‌نشین‌شده در فرسایش بادی ایجاد می‌کنند و منابع زیستی بیشتری را در زیر سایبان‌های خود جمع می‌کنند (D'Odorico et al., 2012).

- *کارکردها و خدمات اطلاعاتی*

منافع و فواید غیرمادی اکوسیستم‌ها که شرایط فیزیکی یا معنوی بشر را تحت تاثیر می‌گذارد جزء کارکردهای اطلاعاتی محسوب می‌شوند برای نمونه می‌توان تجربیات معنوی، تفریحی، تحسین زیباشناختی یا حس مکان را برای این کارکردها نام برد و شامل تنوع فرهنگی، ارزش‌های معنوی و مذهبی، سیستم‌های دانش (آگاهی، بصیرت) و تفریح (سرگرمی) است. این کارکردها شامل خدمات مصرفی و غیرمصرفی هستندکه در مراتع به تجارب انسانی با فعالیت‌هایی مانند شکار تفریحی حیوانات وحشی، بازدید حیات‌وحش، سبک زندگی سنتی و تجارب دامداری توریستی مرتبط هستند. تقاضا برای کارکردهای اطلاعاتی با توجه به منطقه در طول زمان تغییر می‌کند (Jeffrey et al., 2016; Sala et al., 2017).

اکوسیستم‌های مرتعی در مناطق مرطوب عموما به چشم‌انداز گسترش و غالبیت گیاهان چوبی به منظور ارائه کارکردهای اطلاعاتی (از جمله تفریح، شکار و سرگرمی) تبدیل شده‌اند (Yahdjian et al., 2015). سرویس پارک ملی[1] در دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰ افزایش ۱۵ میلیون بازدیدکننده در سال (از ۳۵ به ۵۰ میلیون بازدیدکننده در سال) را از این اراضی گزارش داده است (Sala et al., 2017). در همین دوره زمانی، دفتر مدیریت اراضی[2] در جنوب غربی ایالت متحده آمریکا افزایش تعداد بازدیدکنندگان از اراضی مرتعی که گیاهان چوبی در آن گسترش یافته‌اند از ۲۰ به ۴۵ میلیون بازدیدکننده در سال را گزارش داد (Yahdjian et al., 2015). بین ۱/۳-۲/۴ میلیارد نفر از بهره‌برداران محلی از چوب گیاهان چوبی به منظور ساخت و ساز خانه و پخت و پز استفاده می‌کنند در حالی که ۱/۴-۱/۶ میلیارد نفر از آن‌ها از محصولات غیرچوبی گیاهان چوبی برای معیشت و نیازهای فرهنگی‌شان استفاده می‌کنند (Shumi et al., 2021).

اجتماعات محلی، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که عموما مردم فقیر جهان می‌باشند از بهره‌برداران اکوسیستم‌های طبیعی و مرتعی هستند. آن‌ها مناظر طبیعی و اجزای آن را مدیریت می‌کنند که شامل تنوع گونه‌های گیاهی، کارکردها، کالاها و خدمات اکوسیستم‌های مرتبط با آن می‌باشند تا از نظر مادی و غیرمادی از آن سود برند. با این حال، آشکار کردن تأثیر تنوع زیستی بر مزایای خاص به دست آمده در مناظر تحت تملک مالکان کوچک و بهره‌برداران خرد و فقیر که گیاهان چوبی در آن گسترش و غالبیت یافته‌اند همچنان به عنوان یک چالش باقی مانده است (Girma et al., 2021).

[1] National Park Service
[2] Bureau of Land Management

- تاب‌آوری اکوسیستم

با توجه به عوامل محرک گسترش و غالبیت گیاهان چوبی که عموما با ایجاد شرایط شکننده و تغییر اقلیم همراه است، جایگزینی این پوشش چوبی با توجه به مقاوم بودن گونه‌های جایگزین شده، اکوسیستم را از آشفتگی‌های محیطی مصون داشته است و حالت تاب‌آوری سیستم را بهبود می‌بخشد. شرایطی که در طی آن گونه‌های گیاهان بوته‌ای و درختچه‌ای همراه با کاهش بارندگی و افزایش دما افزایش می‌یابند؛ این عوامل شکنندگی اکوسیستم‌ها را به دنبال دارند. اکوسیستم شکننده با عواملی همچون انواع فرسایش بادی و آبی، تخریب سرزمین، هدررفت خاک و تهدید زیرساخت‌های تولیدی و کشاورزی مواجهه می‌باشند، در نتیجه می‌توان در این شرایط از پدیده چوبی شدن و گسترش و غالبیت گیاهان چوبی به عنوان پتاسیل و فرصت ذکر کرد. برخی مطالعات با بررسی پوشش گیاهی در نقاط مختلف نشان دادند نقش گونه‌های گیاهان درختچه‌ای و بوته‌ای در بازسازی اکوسیستم‌های شنی تخریب‌شده اهمیت زیادی دارد (Wang et al., 2020).

جدول ۲. کارکردهای اکوسیستم و کالا و خدمات پدیده گسترش و غالبیت گیاهان چوبی

طبقه بندی کارکردها	کارکردهای اکوسیستم	کالا و خدمات متناظر	نمونه کارکرد پدیده چوبی شدن
کارکردهای تنظیمی	منافعی که عموما به صورت غیرمستقیم به بشر از طریق تنظیم اکوسیستم دریافت می‌گردد.	تنظیم گاز، تنظیم آب و هوا، تنظیم آشفتگی (اختلال)، تنظیم آب، عرضه و تامین آب، حفظ خاک، تشکیل خاک، تنظیم مواد مغذی، تصفیه پسماند و گرده‌افشانی	تثبیت نیتروژن ، بهبود عملکرد خاک را در مناطق خشک و نیمه‌خشک
کارکردهای زیستگاهی	کارکردها و فرایندهای اکولوژیکی لازم به منظور تولید خدمات اکوسیستم پایانی و محصول اکوسیستم هستند.	در برگیرنده کارکرد پناهگاهی (زیستگاهی) گونه‌ها و خزانه‌ای (مراقبت از تنوع ژنتیکی)	تولید اولیه، چرخه مواد غذایی، حفاظت از خاک و تنوع زیستی است که نشان دهنده منبع بزرگی از تنوع ژنتیکی، گونه‌ای و عملکردی است.
کارکردهای تولیدی	محصولاتی که از اکوسیستم‌ها به طور مستقیم قابل برداشت هستند، به طور کلی کارکردهای دارای ارزش اقتصادی هستند.	عمده کارکرد غذا، مواد خام، منابع ژنتیکی و توارث گیاهی، منابع دارویی یا منابع تزیینی و آرایشی	افزایش سوخت در دسترس، افزایش الوار مورد نیاز، کمک به خدمات کشاورزی و استفاده از تولیدات ثانویه گیاهان جایگزین شده از جمله تولید شهد و مان و توسعه زنبورداری
کارکردهای اطلاعاتی	منافع و فواید غیرمادی اکوسیستم‌ها که شرایط فیزیکی یا معنوی بشر را تحت تاثیر می‌گذارد.	تنوع فرهنگی، ارزش‌های معنوی و مذهبی، سیستم‌های دانش (آگاهی، بصیرت) و تفریح (سرگرمی)	تجربیات معنوی، تفریحی، تحسین زیباشناختی یا حس مکان
تاب‌آوری اکوسیستم	مصون داشتن اکوسیستم از آشفتگی‌های محیطی	جایگزینی پوشش چوبی با توجه به مقاوم بودن گونه‌های جایگزین شده	نقش گونه‌های گیاهان درختچه‌ای و بوته‌ای در بازسازی اکوسیستم‌های شنی تخریب‌شده

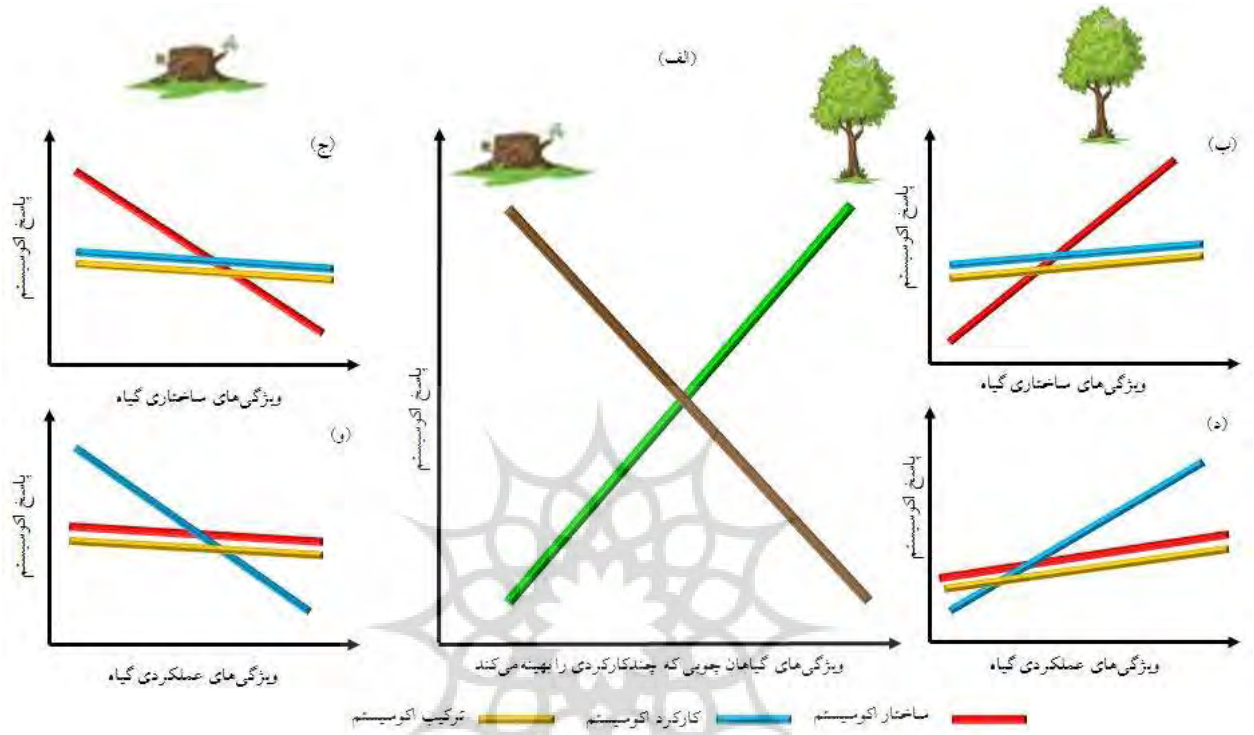
ویژگی‌های گیاهان چوبی در ارتباط با ساختار، کارکرد و ترکیب اکوسیستم

ویژگی‌های ساختاری اکوسیستم شامل مواردی است که نحوه ساختار و شکل فیزیکی گیاه یا توزیع فضایی (پراکنش) جامعه گیاهی را نشان می‌دهد (پوشش گیاهی، تراکم، شکل و اندازه لکه‌ها). اقداماتی که فرایندهای اکوسیستم را دربر می‌گیرند به‌عنوان ویژگی‌های کارکردی اکوسیستم درنظر گرفته می‌شوند که شامل تولید (زیست توده)، فرایندهای هیدرولوژیکی (رواناب، نفوذ، فرسایش خاک) و همچنین چرخه مواد مغذی (مواد مغذی خاک، مواد مغذی گیاه) هستند. ویژگی‌های ترکیبی اکوسیستم متشکل از متغیرهایی که نشان‌دهنده ناهمگونی گونه‌ها، از جمله تنوع گونه‌ها، غنا و فراوانی است (Eldridge et al., 2016).

گسترش و غالبیت گیاهان چوبی با مقادیر بالای ویژگی‌های ساختاری و عملکردی، توانایی بیشتری را برای حفظ کیفیت اکوسیستم‌ها به ارمغان می‌آورد (تاج پوشش هرمی شکل، شاخ و برگ زیاد و در تماس با سطح خاک). علاوه براین، این گیاهان می‌توانند چرخه‌های مواد غذایی را نیز پشتیبانی کنند (خزان برگ گیاهان چوبی و تامین هوموس خاک) و به عنوان گونه‌های پرستار استقرار گونه‌های دیگر را تسهیل می‌کنند و شرایط استقرار آن‌ها را بهبود بخشند (تثبیت‌کننده نیتروژن، غیرآللوپاتی). این گیاهان افزایش انعطاف‌پذیری اکوسیستم را در برابر اغتشاشات محیطی فراهم می‌آورند (توانایی جوانه زدن، غیرخوشخوراک). در نهایت، ویژگی‌های این گیاهان چوبی چند کارکردی اکوسیستم را بهینه می‌سازند و این عوامل مثبت در صورت حذف این گیاهان چوبی با این صفات منجر به کاهش پاسخ‌های حفظ کیفیت کلی اکوسیستم می‌شود (شکل ۱) (Ding and Eldridge, 2020).

گیاهان چوبی با مقادیر بالای ویژگی‌های ساختاری تأثیر بیشتری بر ساختار اکوسیستم دارند، در حالی که این گیاهان که دارای مقادیر بالایی از ویژگی‌های عملکردی هستند، تاثیر بیشتری بر کارکرد اکوسیستم دارند (شکل ۱) (Eldridge and Ding, 2020). پاسخ اکوسیستم تحت

گسترش و غالبیت گیاهان چوبی عمدتاً توسط ترکیبی از ویژگی‌های ساختاری و عملکردی این گیاهان چوبی گسترش یافته هدایت می‌شود که بر طیفی از فرآیندهای اکولوژیکی همچون نفوذ (انواع ریشه) و چرخه مواد غذایی (تثبیت نیتروژن، خزان) تأثیر می‌گذارند (Ding et al., 2020). با این حال تصمیم‌گیری در زمینه حفاظت یا مدیریت (حذف) گیاهان چوبی به دلیل فقدان شواهد تجربی در خصوص رابطه بین ویژگی‌های گیاهان چوبی و پیامدهای اکوسیستمی مدیران را با مشکل مواجه می‌کند.



شکل ۱. روابط پیش‌بینی شده بین ویژگی‌های گیاهان چوبی (ویژگی‌های ساختاری و عملکردی) که چند کارکردی اکوسیستم را بهینه می‌سازند و پاسخ اکوسیستم بر اساس اثرات ناشی از غالبیت و گسترش یا حذف گیاهان چوبی را نشان داده است (الف). ویژگی‌های گیاهانی که چندکارکردی اکوسیستم را بهینه می‌سازند شامل ارتفاع بلندتر، غیرخوشخوراک، تثبیت‌کننده نیتروژن، خزان‌کننده، هرمی شکل، غیرآللوپاتی، دارای ریشه‌های شیری و فیبری و شاخ و برگ آن‌ها در تماس با سطح خاک هستند. پاسخ‌های پیش‌بینی‌شده از ساختار، کارکرد و ترکیب اکوسیستم به ویژگی‌های ساختاری (ارتفاع گیاه، شکل تاج گیاه، در تماس با سطح خاک، نوع ریشه) و عملکردی (خزان، خوش‌خوراکی، تثبیت نیتروژن، آللوپاتی، توانایی جوانه‌زنی) گیاهان چوبی تحت سناریوهای گسترش و غالبیت گیاهان چوبی (ب، د) و حذف گیاهان چوبی (ج، و) مشخص شده است (Eldridge and Ding, 2020).

نتیجه گیری

پدیده تغییر اقلیم جهانی و گرمایش زمین، توزیع، فراوانی و فنولوژی گونه‌ها و اکوسیستم‌ها را در سراسر جهان تحت تاثیر قرار می‌دهد. تأثیرات مرتبط با آب و هوا بر گونه‌های بنیادی، یعنی آن‌هایی که غذا و زیستگاه را برای کل جوامع بوم‌شناختی فراهم می‌کنند، به‌ویژه به دلیل تأثیر حیاتی این گونه‌ها بر ساختار و کارکرد اکوسیستم‌های طبیعی مهم می‌باشند.

علفزارها و مراتع که در سرتاسر جهان گسترده هستند و حدود ۵۰ درصد دامپروری جهان را پشتیبانی می‌کنند، خصوصا در مناطق خشک و نیمه‌خشک، با نرخ متغیر با توجه به شرایط متفاوت محیطی، تحت تاثیر گسترش و غالبیت گیاهان چوبی قرار دارند. گسترش گیاهان چوبی یک نمونه مهم جهانی از تغییر رژیم با تأثیرات قابل توجه بر کاربران اراضی است. این تأثیرات در بین کاربران مختلف اراضی متمایز می‌باشد و این تأثیرات بر جوامع و بهره‌برداران محلی خصوصا در مناطقی که متکی به دامداری سنتی بیشتر می‌باشد.

تغییرات در ساختار اکوسیستم فرایندهای اکوسیستم را تغییر می‌دهد. تغییر از رویشگاه‌های مرتعی به جنگلی و گسترش گیاهان چوبی، یا برعکس، اساساً فرایندهای اکوسیستم، از جمله چرخه آب، انرژی و چرخه‌های بیوژئوشیمیایی را تغییر می‌دهد که به نوبه خود تغییراتی در

بهره‌وری و تنوع زیستی را موجب می‌گردد. در عین حال، برخلاف تصور رایج، پدیده گسترش گیاهان چوبی لزوماً منجر به کاهش کارکردهای مربوط به بهره‌وری، تنوع زیستی و ذخیره‌سازی کربن نمی‌شود و همیشه مترادف با تخریب یا بیابان‌زایی نیست.

با توجه به تنوع و گوناگونی کارکردها، کالاها و خدمات از جمله کارکردهای تنظیمی، کارکردهای زیستگاهی، کارکردهای تولیدی، کارکردهای اطلاعاتی و تاثیر تنوع زیستی بر تاب‌آوری اکوسیستم حاصله از تغییرات ایجاد شده به دنبال گسترش و غالبیت گیاهان چوبی می‌توان با شناسایی این کالاها، خدمات، کارکردها و منافع با توجه به گونه‌های جایگزین شده، از پتانسیل‌های کارکردها، کالاها و خدمات جدید در راستای بهبود مدیریت و معیشت جوامع بهره‌بردار محلی با توجه به وسعت اراضی و جمعیت تحت تاثیر این پدیده به نحو مطلوب بهره‌برداری و برنامه‌ریزی نمود.

منابع

اسدالهی زهرا. مبرقعی نغمه و کشتکار مصطفی. (۱۳۹۷). تبیین مفهوم خدمات اکوسیستم: راهکار اجتناب از مساله محاسبه مضاعف در ارزشگذاری خدمات اکوسیستمی. محیطزیست و توسعه، ۸۱(۹)، ۹۳-۱۰۳.

مصداقی منصور. (۱۳۷۷). *مرتعداری در ایران ک*. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه امام رضا

Archer, S. R., & Predick, K. I.(2014). An ecosystem services perspective on brush management: Research priorities for competing land-use objectives. *Journal of Ecology*, 102, 1394–1407. https ://doi. org/10.1111/1365-2745.12314

Archer, S.R., Andersen, E.M., Predick, K.I., Schwinning, S., Steidl, R.J., Woods, S.R., (2017). Woody plant encroachment: causes and consequences. In: Briske, D.D. (Ed.), Rangeland Systems: Processes, Management and Challenges. *Springer International Publishing, Cham*, pp. 25–84.

Barger NN, S. Archer, J. Campbell, C. Huang, J. Morton, and A.K. Knapp. (2011). Woody plant proliferation in North American drylands: A synthesis of impacts on ecosystem carbon balance. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 116:G00K07. doi: 10.1029/2010JG001506.

Belay, T.A, Totland, Ø.and. Moe, S.R. (2013). Woody vegetation dynamics in the rangelands of lower Omo region, southwestern Ethiopia. *Journal of Arid Environments* 89: 94-102

Bonan, G.B. (2008). Forests and climate change: Forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science* 320: 1444–1449.

Brunelle, A., T.A. Minckley, J. Delgadillo, and S. Blissett. (2014). A long-term perspective on woody plant encroachment in the desert southwest, New Mexico, USA. *Journal of Vegetation Science* 25: 829–838.

D'Odorico, P., G.S. Okin, and B.T. Bestelmeyer. (2012). A synthetic review of feedbacks and drivers of shrub encroachment in arid grasslands. *Ecohydrology* 5: 520–530.

Dı´az S, Demissew S, Carabias J, Joly C, Lonsdale M, Ash N, Larigauderie A, Adhikari JR, Arico S, Ba´ldi A, Bartuska AZlatanova D (2015) The IPBES conceptual framework—connecting nature and people. *Curr Opin Environ Sustain* 14:1–16

Ding J, Eldridge DJ. (2020). Biotic and abiotic effects on biocrust cover vary with microsite along an extensive aridity gradient. *Plant and Soil* 450: 429–441.

Ding J, Travers SK, Delgado-Baquerizo M, Eldridge DJ. (2020). Multiple tradeoffs regulate the effects of woody plant removal on biodiversity and ecosystem functions in global rangelands. *Global Change Biology* 26: 709–720.

Donohue, R.J., M.L. Roderick, and T.R. McVicar. (2007). On the importance of including vegetation dynamics in Budyko's hydrological model. *Hydrology and Earth System Sciences* 11: 983–995

Folke C, Carpenter S, Walker B, Scheffer M, Elmqvist T, Gunderson L, Holling CS (2004) Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 35:557–581

Girma Shumi . Patrı´cia Rodrigues . Jan Hanspach . Werner Ha¨rdtle .Kristoffer Hylander . Feyera Senbeta . Joern Fischer . Jannik Schultner. (2021). Woody plant species diversity as a predictor of ecosystem services in a social–ecological system of southwestern Ethiopia. *Landscape Ecol* (2021) 36:373–391

Hassan, R., Scholes, R., & Ash, N. (2005). Ecosystems and human wellbeing: Current state and trends. Millennium ecosystem assessment. Washington, DC: Island Press.

Jeffrey J, Kelleway, Kyle Cavanaugh, Kerrylee Rogers, Ilka C. Feller, Emilie Ens, Cheryl Doughty and Neil Saintilan. (2017). Review of the ecosystem service implications of mangrove encroachment into salt marshes. *Global change biology*. DOI: 10.1111/gcb.13727

Junran Li, Sujith Ravi, Guan Wang, R. Scott Van Pelt, Thomas E. Gill and Joel B. Sankey. (2022). Woody plant encroachment of grassland and the reversibility of shrub encroachment: Erosion, fire, and feedback processes. *ECOSPHERE*. doi.org/10.1002/ecs2.3949.

Linda Luvuno, Reinette Biggs, Nicola Stevens and Karen Esler. (2022). Perceived impacts of woody encroachment on ecosystem services in Hluhluwe, South Africa. *Ecology and Society* 27(1): 4

Mureva A,Ward D, Pillay T, Chivenge P, Cramer M. (2018). Soil organic carbon increases in semi-arid regions while it decreases in humid regions due to woodyplant encroachment of grasslands in South Africa. *Scientific Reports* 8: 1–12.

Pauline Bettenfeld, Florence Fontaine, Sophie Trouvelot, Olivier Fernandez and Pierre-Emmanuel Courty. (2019). Woody Plant Declines. What's Wrong with the Microbiome?. doi. Org /10.1016/ j. tplants. 2019.12 .024

Sala, O.E., Yahdjian, L., Havstad, K., Aguiar, M.R. (2017). Rangeland Ecosystem Services: Nature's Supply and Humans' Demand. In: Briske, D. (eds) Rangeland Systems. *Springer Series on Environmental Management. Springer,* Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46709-2_14

Shumi, G., Rodrigues, P., Hanspach, J. (2021). Woody plant species diversity as a predictor of ecosystem services in a social–ecological system of southwestern Ethiopia. *Landscape* Ecol 36, 373–391 . https://doi.org/10.1007/s10980-020-01170-x

Solomon, A.M., Prentice, I.C., Leemans, R., Cramer, W.P., (1993). The interaction of climate and land use in future terrestrial carbon storage and release. *Water, Air, and Soil Pollution* 70: 595-614.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V., Rosales, M., Rosales, M., & de Haan, C. (2006). Livestock's long shadow: Environmental issues and options. Rome, Italy: *United National Food & Agriculture Organisation.*

Stevens, N., C.E.R. Lehmann, B.P. Murphy, and G. Durigan. (2016). Savanna woody encroachment is widespread across three continents. *Global Change Biology*. doi:10.1111/gcb.13409.

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Ecological and Economic Foundations. Edited by Pushpam Kumar. London and Washington: Earthscan.

Tennesen, M. (2008). When juniper and woody plants invade, water may retreat. *Science* 322: 1630–1631.

Troy, A., and Wilson, M.A.(2006). Mapping ecosystem services: Practical challenges and opportunities in linking GIS and value transfer. *Ecological Economics*, 60: 449–435

Vorosmarty, C.J., P.B. McIntyre, M.O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, S. Glidden, S.E. Bunn, C.A. Sullivan, C.R. Liermann, and P.M. Davies. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* 467: 555–561.

Wang Xiao, Lina Jiang, Xiaohui Yang, Zhongjie Shi and Pengtao Yu.(2020). Does Shrub Encroachment Indicate Ecosystem Degradation? A Perspective Based on the Spatial Patterns of Woody Plants in a Temperate Savanna-Like Ecosystem of Inner Mongolia, China. *Forests.* doi:10.3390/f11121248

Wang Xiao, Lina Jiang, Xiaohui Yang, Zhongjie Shi and Pengtao Yu. (2020). Does Shrub Encroachment Indicate Ecosystem Degradation? A Perspective Based on the Spatial Patterns of Woody Plants in a Temperate Savanna-Like Ecosystem of Inner Mongolia, China. *Forests.* doi:10.3390/f11121248

Yahdjian, L., O.E. Sala, and K.M. Havstad. (2015). Rangeland ecosystem services: Shifting focus from supply to reconciling supply and demand. *Frontiers in Ecology and the Environment* 13: 44–51.

Sekercioglu, Cagan H., 'Ecosystem functions and services' , in Navjot S. Sodhi, and Paul R. Ehrlich (eds) , Conservation Biology for All (Oxford, 2010; online edn, Oxford Academic, 1 Feb. 2010), https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199554232.003.0004, accessed 15 Nov. 2022.