



تاثیر تغییر کاربری/پوشش زمین بر خدمات اکوسیستم در استان گلستان

حمیدرضا کامیاب^{۱*} و نسیم شعبانی^۲

^۱ گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
^۲ گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۲

کامیاب، ح. و ن. شعبانی. ۱۳۹۸. تاثیر تغییر کاربری/پوشش زمین بر خدمات اکوسیستم در استان گلستان. فصلنامه علوم محیطی. ۴۵-۵۸: (۲)۱۷

سابقه و هدف: اکوسیستم خدمات متنوعی را عرضه می‌کند، که با توجه به نوع اکوسیستم و وضعیت آن در کمیت و کیفیت دارای تفاوت‌هایی است. برآورد خدمات اکوسیستم برای حمایت از فرآیندهای آمایش و برنامه‌ریزی سرزمین بسیار مهم است. بدلیل رشد شهری و اثرهای آن، خدمات اکوسیستم تحت فشار شدید قرار گرفته‌اند. در بین فعالیت‌های انسانی که خدمات اکوسیستم را کاهش می‌دهند، تغییر کاربری/پوشش زمین که به سبب رشد شهری و گسترش کشاورزی ایجاد می‌گردد، می‌توان اشاره نمود. در این مقاله، پویایی تغییر کاربری/پوشش زمین در استان گلستان با استفاده از تحلیل آشکارسازی تغییرات و زنجیره مارکوف^۱ بعنوان ورودی ضروری برای برآورد ارزش خدمات اکوسیستم بررسی و میزان خدمات اکوسیستمی برآورد گردید. ضمن آن که از رویکرد حساسیت سنجی برای برآورد میزان انعطاف‌پذیری مدل به اصلاح ۵۰ درصدی در ضریب‌های ارزش خدمات استفاده شد.

مواد و روش‌ها: استان گلستان یکی از ۳۱ استان شمالی کشور واقع در جنوب دریای خزر است. در این مطالعه، داده‌های چندزمانه کاربری/پوشش زمین از داده‌های ماهواره‌ای چندطیفی مربوط به دو سال ۱۳۶۳ و ۱۳۹۴ استخراج گردید. ضمن آن که ارزش خدمات اکوسیستم برای سال ۱۴۱۴ نیز محاسبه شد. برای کمی کردن تغییرات کاربری از تحلیل زنجیره مارکوف استفاده شد. زنجیره مارکوف ابزاری تحلیلی برای مدل‌سازی تغییر کاربری زمین در زمانی است که تحلیل تغییرات و فرآیندهای سیمای سرزمین دارای پیچیدگی باشد. هدف این مطالعه، ارزش‌دهی خدمات مربوط به هر نوع بیوم بر اساس داده‌های کاربری/پوشش زمین است.

نتایج و بحث: تحلیل تغییر کاربری/پوشش زمین نشان داد که بیشترین افزایش کاربری در دوره زمانی مورد مطالعه مربوط به گسترش مناطق انسان ساخت بوده است. مناطق انسان ساخت از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۴ بیشترین رشد را داشته است. در طی دوره زمانی ۱۳۶۳-۱۳۹۴، خدمات اکوسیستم کاربری جنگل از ۱۷۲۲ میلیون دلار به ۹۵۲ میلیون دلار رسیده است. در این پژوهش ارزش سالانه ۲۲ خدمت اکوسیستم برآورد شد. در بین خدمات برآورد شده، تولید غذا، ماده‌های خام، متعادل ساختن اقلیم، چرخه مواد، کنترل زیستی، تنوع ژنی و تفرج کاهش داشته‌اند و دیگر خدمات افزایش/کاهش داشتند. تاثیر استفاده از ضریب‌های مختلف برای برآورد خدمات اکوسیستم برای استان گلستان محاسبه گردید. ضریب حساسیت در همه‌ی موارد کمتر از یک بوده است. نتایج نشان داد که ارزش کلی خدمات اکوسیستم برای استان گلستان با تغییر ضریب‌ها انعطاف کمی دارد و بعبارت دیگر مورد اطمینان است. با توجه به نتایج به‌دست آمده از کاربری/پوشش زمین، مرتع‌ها و منطقه‌های جنگلی بدلیل وسعت بیشتر این منطقه‌ها در استان و همچنین ضریب بالاتر خدمات اکوسیستم، بیشترین خدمات

*Corresponding Author: Email Address. hrkamyab@gau.ac.ir

اکوسیستمی را در منطقه عرضه می‌دارند و کاهش در وسعت این مناطق سبب از دست رفتن بخشی از خدمات اکوسیستم در سیمای سرزمین می‌گردد.

نتیجه‌گیری: ارزش خدمات اکوسیستم برآورد شده بر اساس کاربری/پوشش زمین برای نشان دادن میزان تغییر خدمات در اثر رشد شهری در مقیاس زمانی و مکانی مهم است. این برآوردها برای سطوح محلی، منطقه‌ای و جهانی به خاطر تأثیر آن بر فرآیندهای برنامه‌ریزی از طریق اصلاح سیستم‌های مدیریتی برای برآورد صحیح خدمات بسیار مهم است چراکه می‌توان از آن بعنوان پایه‌ای برای توسعه پایدار استفاده کرد. اولویت دیگر آن را می‌توان در توسعه گزینه‌های بهینه‌سازی کاربری زمین در جهت افزایش خدمات اکوسیستمی دانست.

واژه‌های کلیدی: خدمات اکوسیستم، کاربری/پوشش زمین، ارزش مالی خدمات اکوسیستم، استان گلستان.

مقدمه

اکوسیستم خدمات متنوعی را ایجاد می‌کند که هم در کمیت و هم در کیفیت با توجه به نوع اکوسیستم و وضعیت آن متفاوت است (Ma, 2005). برخی از خدمات اکوسیستم وابسته به مقیاس محلی و منطقه‌ای (خدمات مربوط به زمین‌های کشاورزی) و برخی دیگر از خدمات در مقیاس جهانی (تغییر اقلیم) هستند. بسیاری از این خدمات برای پایداری زیستی در کره زمین و حفظ یکپارچگی اکوسیستم حیاتی و مهم هستند. از آن جایی که همه‌ی خدمات اکوسیستم در فروشگاه‌های تجاری قابل عرضه مستقیم نیستند و همچنین نحوه کمی سازی آن‌ها سبب عدم رقابت پذیری با کالاهای تجاری و اقتصادی می‌گردد، بنابراین این خدمات در تصمیم‌گیری‌ها نقش و وزن کمی را دارند. ارزش‌گذاری و کمی سازی از انتخاب و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با نظام‌های اکولوژیک قابل تفکیک نیست. این تصور وجود دارد که ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم ناممکن است و نمی‌توان ارزش‌های قابل اعتماد و استنادی برای برخی از خدمات اکوسیستم مانند مزیت‌های بلندمدت اکولوژیک و یا ارزش‌های زیبایی شناختی محیط زیست بیان کرد. در حالی که ما همه‌ی روز در حال استفاده از این رویکردها هستیم (Costanza et al., 1997).

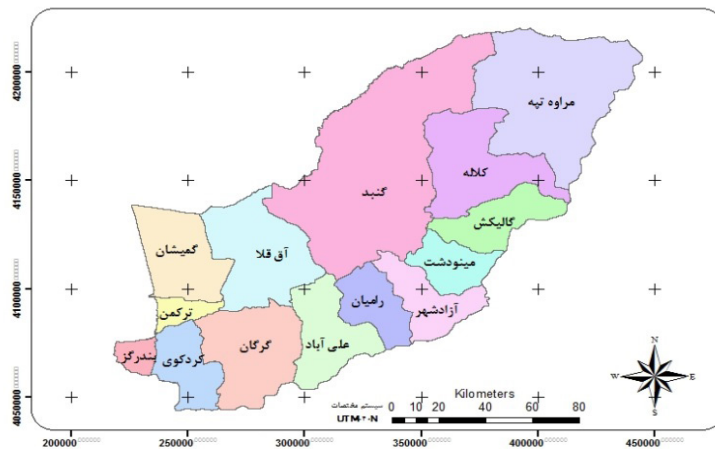
تغییر کاربری/پوشش زمین در اثر گسترش مناطق مسکونی و انسان ساخت و همچنین گسترش فعالیت‌های کشاورزی یکی از فعالیت‌های متعدد انسانی است که خدمات اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Li et al., 2007; Haines-Young et al., 2012; Kindu et al., 2016). تأثیر تغییر کاربری/پوشش زمین بر خدمات اکوسیستم با توجه به شرایط زمانی و مکانی متفاوت

است (Costanza et al., 2014; de Marko and Coelho, 2013).

(Hu et al., 2008; Bryan, 2013).

ارایه خدمات اکوسیستم بصورت ارزش‌های مالی و پولی سبب بروز آگاهی در بین صاحبان منافع، ایجاد مدارک مستند برای تصمیم‌گیران و کمک کننده درک بهتر از جبران هزینه‌های احیا در اکوسیستم‌های طبیعی و خدمات ارایه شده توسط اکوسیستم‌هاست (Neilson et al., 2009; Alarcon et al., 2016). تحقیقات متعددی برای کمی سازی خدمات اکوسیستم انجام گرفته است (Nelson et al., 2009; de Bello et al., 2010; Ango et al., 2014; Kindu et al., 2016). با این حال، کمی سازی خدمات اکوسیستم با توجه به تنوع در روش‌های مورد استفاده برای آن و نوع خدمات مورد بررسی و نتایج آن دچار چالش‌هایی است. ضمن آن که، خدمات اکوسیستمی بیشتر مبتنی بر ارزش‌گذاری خدمات خاصی است و محاسبه‌ها برای استفاده در کل دنیا دارای جامعیت تکامل نیستند (Summers et al., 2012; Satz et al., 2013). برخلاف همه‌ی این محدودیت‌ها، توجه به ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم ضمن بهبود درک ما از خدمات اکوسیستم‌های طبیعی، سبب افزودن تجربه در این نوع بررسی‌ها و رفع اشکال‌های موجود در این زمینه می‌گردد. بیشتر تلاش‌های دو دهه اخیر منجر به ارایه نتایج امیدوار کننده برای مشارکت بیشتر خدمات اکوسیستمی در منطقه‌های مختلف شده است (de Bello et al., 2010; Tadesse et al., 2014b).

در این مطالعه، در ابتدا تغییر کاربری/پوشش زمین در منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد و از نتیجه تحلیل برای بررسی تغییرات مربوط به خدمات اکوسیستمی استفاده خواهد شد.



شکل ۱- تقسیم‌های سیاسی استان گلستان

Fig. 1- Golestan Province divisions

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان گلستان از نظر موقعیت جغرافیایی در ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه و ۲ ثانیه تا ۳۸ درجه و ۷ دقیقه و ۶ ثانیه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۱ دقیقه و ۴ ثانیه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ در بخش شمالی کشور واقع شده است (شکل ۱).

داده‌های استفاده شده

داده‌های استفاده شده در این مطالعه از داده‌های کاربری زمین مربوط به سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۴ برای برآورد خدمات اکوسیستم در استان گلستان استفاده شده است. این داده‌ها با فرآیند طبقه بندی چندمرحله‌ای از تصویرهای ماهواره‌ای لندست استخراج شده‌اند (Salman Mahiny, 2015). در لایه کاربری زمین استان گلستان، طبقه‌های کاربری به شش کاربری عمده شامل منطقه‌های انسان ساخت (شامل شهرها و روستاها، جاده‌ها و منطقه‌های صنعتی)، منطقه‌های جنگلی، پهنه‌های آبی (شامل رودخانه‌ها، تالاب‌ها، سدها و مراکزهای پرورش آبزیان)، زمین‌های کشاورزی، مرتع‌ها و زمین‌های بایر طبقه بندی شده‌اند. شکل ۲ دو نقشه کاربری زمین مربوط به سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۴ را نشان می‌دهد. از این نقشه‌ها برای برآورد خدمات اکوسیستم در این دو سال و همچنین پیش بینی کمیّت تغییرات کاربری برای سال ۱۴۱۴ با استفاده از تحلیل مارکوف استفاده خواهد شد.

تحلیل مارکوف برای پیش بینی کمیّت تغییرات

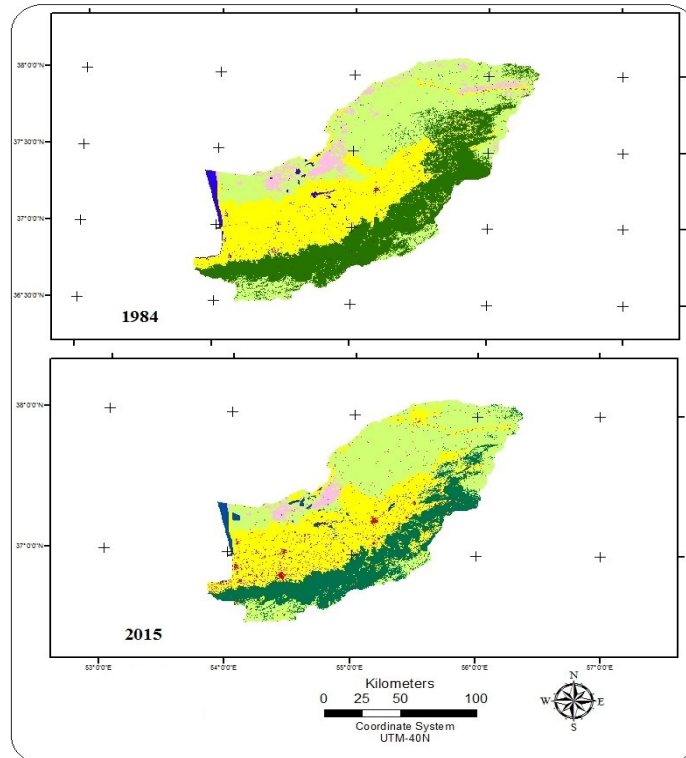
تحلیل زنجیره مارکوفیک ابزار مناسب برای مدل‌سازی تغییرات کاربری زمین درجایی است که توصیف تغییرات و فرآیندهای سیمای سرزمین مشکل باشد. هر فرآیند مارکوف درجایی استفاده می‌گردد که وضعیت آینده یک سیستم را بتوان بصورت کلی براساس وضعیت ماقبل آن سیستم مدل‌سازی کرد. تحلیل زنجیره مارکوف، تغییرات کاربری زمین از یک دوره زمانی به دوره دیگر را بیان کرده و از نتایج آن برای بیان میزان تغییرات کاربری در دوره‌های زمانی آینده استفاده خواهد شد. این کار با استفاده از گسترش یک ماتریس احتمال انتقال تغییرات کاربری زمین از زمان ۱ به زمان ۲ انجام می‌گیرد که بعنوان پایه‌ای برای نقشه سازی دوره‌های زمانی آینده مورد استفاده قرار خواهد گرفت (Markov, 1971). در این بررسی، برای پیش بینی کمیّت تغییرها تا سال ۱۴۱۴ از تحلیل زنجیره مارکوف استفاده شده است. در این رویکرد، کمیّت کاربری‌ها برای سال ۱۴۱۴ با استفاده دو لایه کاربری زمین سال ۱۳۶۳ و ۱۳۹۴ برآورد می‌گردد.

محاسبه خدمات اکوسیستمی سیمای سرزمین

پس از آماده سازی داده‌های کاربری زمین، خدمات اکوسیستم برای طبقه‌های مختلف کاربری تحلیل می‌گردد. مدل ارزش گذاری خدمات اکوسیستم برای ۱۰ بیوم که توسط de Groot et al. (2012) بیان شده بود، برای ارزش گذاری خدمات اکوسیستمی شش طبقه کاربری زمین استفاده

بیان است که مطابق با پژوهش *de Groot et al. (2012)*، منطقه‌های انسان ساخت و زمین‌های کشاورزی بدلیل آن که تحت مدیریت انسان هستند، در تحلیل خدمات اکوسیستم استفاده نشدند. میزان کلی خدمات اکوسیستم در منطقه مورد مطالعه برای سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۹۴ و ۱۴۱۴ از رابطه ۱ که بوسیله‌ی

می‌گردد. اگرچه میزان‌های ارزشی بیان شده توسط *de Groot et al. (2012)* قطعی نیست، ولی بدلیل نبود داده‌های محلی، از این اطلاعات بعنوان گزینه‌ای برای برآورد ارزش خدمات اکوسیستم استفاده می‌شود. طبقات مورد استفاده در بررسی *de Groot et al. (2012)* با طبقه‌های مطالعه‌ی حاضر تطابق داده شدند (جدول ۱). لازم به



شکل ۲- نقشه کاربری زمین استان گلستان مربوط به سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۴ (منبع: سلمان ماهینی، ۱۳۹۴)
Fig. 2- Golestan Province land use layers (1984 and 2015) (source: Salman Mahiny, 2015)

جدول ۱- بیوم معادل و ضریب خدمات اکوسیستم برای هر طبقه (de Groot et al., 2012)

Table 1. Biome equivalents for land use categories and corresponding ecosystem service coefficients (source: de Groot et al., 2012)

ضریب خدمات اکوسیستم (دلار در هکتار در سال) Ecosystem service coefficient (\$ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	طبقه معادل بیوم Equivalent biome	کد طبقه Code	طبقه کاربری/پوشش زمین Land use/land cover
3015	Temperate Forests	2	جنگل Forest
4267	Fresh water lakes and rivers	3	پهنه‌های آبی و رودخانه Water bodies and river
2872	Grasslands	5	مرتع Range
0	Desert	6	بایر Bare

نتایج و بحث

نتایج تحلیل مارکوف

تحلیل زنجیره مارکوف تغییرات کاربری زمین از یک دوره به دوره دیگر را بیان کرده و از آن بعنوان پایه‌ای برای نقشه‌سازی تغییرات آینده استفاده می‌کند. این کار با استفاده از گسترش یک ماتریس احتمال انتقال تغییرات کاربری زمین از سال ۱۳۶۳ تا سال ۱۳۹۴ انجام می‌گیرد، که بعنوان پایه‌ای برای نقشه‌سازی دوره‌های زمانی آینده مورد استفاده قرار خواهد گرفت. ماتریس احتمال تغییرات که با استفاده از لایه کاربری دو زمان ایجاد گردیده است برای استخراج کمیت هر کدام از کاربری‌ها در سال ۱۴۱۴ استفاده می‌گردد.

جدول ۳ ماتریس احتمال تغییر کاربری‌ها به هم را بر اساس کاربری‌های سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۴ و با خطای ۱۵ درصد در لایه‌های ورودی نشان می‌دهد. با توجه به درستی کلی ۸۵ درصد نقشه‌های طبقه بندی شده، این میزان خطا در تحلیل مارکوف استفاده شده است.

تحلیل پویایی پوشش/کاربری زمین

نتایج تحلیل تغییرهای کاربری/پوشش در منطقه نشان داد که میزان منطقه‌های جنگلی از حدود ۵۷۱ هزار هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۴۳۷ هزار هکتار در سال ۱۳۹۴ و بطور احتمالی حدود ۳۱۵ هزار هکتار در سال ۱۴۱۴ خواهد رسید. میزان افزایش کاربری/پوشش در منطقه بیشتر تحت تاثیر کاربری‌های منطقه‌های انسان ساخت بوده است. بعنوان نمونه، منطقه‌های انسان ساخت از ۵/۱۱۵۲۷ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۶/۵۷۹۲۸ هکتار در سال ۱۳۹۴ و ۳/۱۴۶۹۶۷ هکتار در سال ۱۴۱۴ خواهد رسید (جدول ۴).

خدمات اکوسیستم سیمای سرزمین

در طی دوره بررسی، خدمات اکوسیستم منطقه‌های جنگلی کاهش بیشتری داشته است. تغییرهای ارزش خدمات اکوسیستم در جدول ۵ نشان داده شده است. برخلاف تغییر در مساحت پهنه‌های جنگلی و کاهش خدمات اکوسیستم، با توجه به افزایش مساحت پهنه‌های آبی بویژه زمین‌های اختصاص یافته برای آبی‌پروری و همچنین افزایش مساحت

(2008) Li et al. و (2008) Hu et al. مورد استفاده قرار گرفت، به دست می‌آید:

$$ESV = \sum (A_K XVC_K) \quad (1)$$

در این رابطه، ESV ارزش برآورد شده خدمات اکوسیستم است، AK مساحت و VCK ضریب ارزش (دلار در هکتار در سال) برای هر طبقه کاربری K می‌باشد. تغییر در میزان ارزش خدمات اکوسیستم از طریق بررسی تفاوت بین مقادیر بین سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۹۴ و ۱۴۱۴ به دست می‌آید. در کنار برآورد اثر تغییر کاربری بر خدمات اکوسیستم، تاثیر تغییرها بر ۲۲ نوع خدمات اکوسیستم نیز بررسی گردید. ارزش خدمات ایجاد شده توسط هر نوع اکوسیستم با استفاده از رابطه ۲ برآورد می‌گردد:

$$ESV_f = \sum (A_K XVC_{fk}) \quad (2)$$

در این معادله، ESV_f خدمات اکوسیستمی برآورد شده در تابع AK ، F مساحت و VCK میزان ضریب تابع (دلار در هکتار در سال) برای کاربری طبقه K است. برای استخراج ضریب‌های مربوط به خدمات اکوسیستم می‌توان از ضریب‌های (2012) de Groot et al. استفاده نمود (جدول ۲).

با توجه به قطعی نبودن ضریب‌ها و ارزش‌های استفاده شده بوسیله‌ی (2012) de Groot et al. و بیوماس استفاده شده در این مطالعه و نبود تطابق کامل بین طبقه‌های کاربری، روش تحلیل حساسیت سنجی برای بررسی درصد تغییر در ESV برای ضریب‌ها استفاده گردید. ضریب ارزش خدمات برای طبقات مختلف بصورت ۵۰ درصد اصلاح گردید و ضریب حساسیت مطابق با رابطه ۳ به دست آمد. این روش امکان ثابت و معقول بودن میزان ESV را فراهم می‌کند (2017) Tolessa et al.

$$CS = \frac{\frac{ESV_j - ESV_i}{ESV_i}}{\frac{VC_{jk} - VC_{ik}}{VC_{ik}}} \quad (3)$$

در این معادله، CS ضریب حساسیت، ESV_i و ESV_j ارزش کل خدمات اکوسیستم اولیه و اصلاح شده و VC_{ik} و VC_{jk} ارزش خدمات اکوسیستم اولیه و اصلاح شده برای طبقات کاربری k هستند.

مرتع‌ها، کاهش خدمات اکوسیستم منطقه‌های جنگلی تا حد زیادی جبران شده است. روند کاهش خدمات تا سال ۱۴۱۴ ادامه خواهد داشت و این میزان کاهش به ۳۳۹۳ میلیون دلار خواهد رسید.

لازم به اشاره است که مطابق با مطالعه (de Groot et al., 2012)، منطقه‌های انسان ساخت و زمین‌های کشاورزی بدلیل آن که

جدول ۲- ضریب‌های خدمات اکوسیستم (منبع: de Groot et al., 2012)
Table 2. Ecosystem service coefficients (source: de Groot et al., 2012)

بایر Bare	مرتع Range	پهنه آبی Water bodies and river	جنگل Forest	طبقه کاربری LU/LC خدمات اکوسیستم Ecosystem services
0	1192	106	299	تولید غذا Food production
0	60	1808	191	حجم آب Water supply
0	53	0	181	ماده‌های خام Raw materials
0	0	0	0	منبع‌های ژنی Genetic resources
0	0	0	0	منبع‌های دارویی Medical resources
0	0	0	0	منبع‌های زینتی Ornamental resources
0	0	0	0	تعدیل کیفیت هوا Air quality regulation
0	40	0	152	تعدیل اقلیم Climate regulation
0	0	0	0	تنظیم مداخلات Disturbance regulation
0	0	0	0	تنظیم آب Water regulation
0	75	187	7	تصفیه Waste treatment
0	44	0	5	کنترل فرسایش Erosion control
0	0	0	93	چرخه مواد غذایی Nutrient cycling
0	0	0	0	گرده افشانی Pollination
0	0	0	235	کنترل زیستی Biological control
0	0	0	0	خدمات حمایتی Nursery service
0	1214	0	862	تنوع ژنی Genetic diversity
0	167	0	0	خدمات زیبایی شناختی Aesthetic services
0	26	2166	989	تفرج Recreation
0	0	0	0	الهام بخشی Inspiration
0	0	0	0	تجربه‌های معنوی Spiritual experience
0	0	0	1	توسعه شناختی Cognitive development

جدول ۳- ماتریس احتمال تغییر کاربری بین سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۴۱۴
Table 3. Transition probability matrix between 2015 and 2035

بایر Bare	مرتع Range	کشاورزی Agriculture	پهنه‌های آبی و رودخانه Water bodies and river	جنگل Forest	منطقه‌های انسان ساخت و جاده Settlement and road	
0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.85	مناطق انسان ساخت و جاده Settlement and road
0.000	0.13	0.14	0.0041	0.714	0.01	جنگل Forest
0.018	0.060	0.185	0.719	0.000	0.015	پهنه‌های آبی و رودخانه Water bodies and river
0.000	0.061	0.789	0.043	0.000	0.105	کشاورزی Agriculture
0.002	0.798	0.167	0.0153	0.000	0.015	مرتع Range
0.466	0.428	0.092	0.010	0.000	0.002	بایر Bare

جدول ۴- مساحت (هکتار) طبقه‌های مختلف کاربری در سه دوره زمانی ۱۳۶۳، ۱۳۹۴ و ۱۴۱۴
Table 4. Land use area coverage (ha): 1984, 2015 and 2035

2035	2015	1984	طبقه کاربری/پوشش زمین Land use/land cover
146967.3	57928.6	11527.5	مناطق انسان ساخت و جاده Settlement and road
315789	437889.9	571366.3	جنگل Forest
71226.6	46159.1	31911.1	پهنه‌های آبی و رودخانه Water bodies and river
749267	690614.9	623217.5	کشاورزی Agriculture
744767	774599.3	716711.3	مرتع Range
20407	41234.2	93962.3	بایر Bare

جدول ۵- ارزش خدمات اکوسیستم برای طبقه‌های مختلف کاربری زمین از سال ۱۳۶۳ تا ۱۴۱۴
Table 5. Total ecosystem service values estimated for each land use and land cover category from 1984

2035	2015	1984	طبقه کاربری/پوشش زمین Land use/land cover
952	1320	1722	جنگل Forest
303	196	136	پهنه‌های آبی و رودخانه Water bodies and river
2138	2224	2058	مرتع Range
0	0	0	بایر Bare
3393	3740	3917	مجموع Total

بررسی و میزان تفاوت آن‌ها در جدول ۶ نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات جدول ۶، خدمات اکوسیستم منطقه‌های جنگلی در هر سه بازه زمانی کاهش یافته است. از طرف دیگر

زیر نظر مدیریت انسان هستند، در تحلیل خدمات اکوسیستم استفاده نشدند. تغییر ارزش خدمات اکوسیستم در طی بازه‌های مختلف شامل ۱۳۶۳-۱۳۹۴، ۱۳۶۳-۱۴۱۴ و ۱۳۹۴-۱۴۱۴

جدول ۶- تغییر ارزش خدمات اکوسیستم از سال ۱۳۶۳ تا ۱۴۱۴
Table 6. Total ecosystem service changes from 1984 to 2035

میزان خالص تغییر			طبقه کاربری/پوشش زمین
2015-2035	1984-2035	1984-2015	Land use/land cover
0	0	0	منطقه‌های انسان ساخت و جاده Settlement and road
-368	-770	-402	جنگل Forest
107	167	60	پهنه‌های آبی و رودخانه Water bodies and river
0	0	0	کشاورزی Agriculture
-86	80	166	مرتع Range
0	0	0	بایر Bare
-574	-523	-176	مجموع Total

ارزش خدمات اکوسیستم در این مطالعه مورد اعتماد است. تحلیل تغییر کاربری در منطقه نشان داد که منطقه‌های جنگلی در بازه زمانی مورد مطالعه کاهش داشته‌اند. تبدیل کاربری جنگلی به زمین‌های کشاورزی بدلیل سیاست‌گذاری‌های نادرست سبب کاهش خدمات اکوسیستم جنگلی خواهد شد. در مطالعه‌های بسیاری تأثیر سیاست گذاری‌ها بر کاهش منطقه‌های جنگلی مورد بررسی قرار گرفته است (Li et al., 2007; Hu et al., 2008; Lira et al., 2012; Oestreicher et al., 2014).

خدمات کلی اکوسیستم در منطقه در اثر تغییر کاربری منطقه‌های جنگلی کاهش داشته است که با دیگر یافته‌های مرتبط با این موضوع همخوانی دارد (Kindu et al., 2016; Leh et al., 2013). تحلیل حساسیت انجام شده در این مطالعه برای بررسی قطعی بودند در برآورد خدمات اکوسیستم (ESV) نشان داد که برآوردهای انجام گرفته در این مطالعه تا حد زیادی با واقعیت مطابقت دارد. استفاده از ضرایب واقعی تر خدمات اکوسیستمی برای منطقه‌های کوچک‌تر و شرایط محلی که با ویژگی‌های فیزیکی منطقه تطابق بالاتری داشته باشد بسیار مهم است. دستیابی به این هدف نیازمند برداشت‌های زمینی متعدد و استفاده از داده‌های مرتبط با تأثیر سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها و نتیجه آن‌ها است.

ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم بدلیل آن که مولفه‌های زیست فیزیکی و اجتماعی را در خود مشارکت می‌دهد و مزایا

خدمات اکوسیستم پهنه‌های آبی و مراتع در سه دوره زمانی دارای نوسان افزایش/کاهش بوده است.

جدول ۷ ارزش سالانه ۲۲ خدمت اکوسیستمی را نشان می‌دهد. از بین این خدمات، برخی از خدمات در طی دوره‌های مختلف کاهش و برخی از خدمات افزایش داشته‌اند. ارزش گذاری برای خدماتی که اطلاعاتی در دسترس نبود، انجام نگرفته است.

تأثیر استفاده از ضریب‌های مختلف برای برآورد میزان کلی ESV در منطقه در جدول ۸ نشان داده شده است. ضریب حساسیت (CS) در این تحلیل در همهی موارد کمتر از یک بوده است. ضریب حساسیت زمانی که ضرایب مربوط به ارزش با نسبت ۵۰ درصد تغییر می‌کند، از مقدار کم (در کاربری پهنه‌های آبی با محدوده ۰/۰۳ تا ۰/۰۷) تا مقدار زیاد (در کاربری مرتع‌ها با محدوده ۰/۵۲ تا ۰/۶۳) تغییر می‌کند. اگر CS (نسبت درصد تغییر در خدمات کلی اکوسیستم به درصد تغییر ضریب‌ها ارزشی اصلاح شده) بیشتر از یک باشد در این صورت، ارزش خدمات اکوسیستم با توجه به ضریب‌ها انعطاف پذیر است و اگر این نسبت کمتر از یک باشد، در این صورت ارزش خدمات به نسبت بدون انعطاف خواهد بود. تغییر نسبی بالاتر در خدمات اکوسیستم نسبت به تغییر نسبی در ضریب‌ها نقش ضریب‌ها را در ارزش دهی خدمات اکوسیستم حیاتی تر نشان می‌دهد. نتایج این مطالعه نشان داد که ارزش اکوسیستمی برآورد شده برای منطقه با توجه به ضریب‌های خدمات اکوسیستمی به نسبت انعطاف پذیر نیست. این نکته نشان می‌دهد که برآورد

جدول ۷- ارزش سالانه خدمات اکوسیستم (میلیون دلار در سال)

Table 8. Estimated annual value for each ecosystem services (ESVf in \$ million per year)

خدمت اکوسیستم Ecosystem services	1984	2015	2035	روند تغییر Change trend
تولید غذا Food production	1028	1059	989	افزایش/کاهش Decrease/Increase
حجم آب Water supply	209	213	233	افزایش Increase
ماده‌های خام Raw materials	141	120	96	کاهش Decrease
منبع‌های ژنی Genetic resources				
منبع‌های دارویی Medical resources	1	1	1	بدون تغییر No Change
منبع‌های زینتی Ornamental resources				
متعادل ساختن کیفیت هوا Air quality regulation				
متعادل ساختن اقلیم Climate regulation	115	97	77	کاهش Decrease
تنظیم مداخلات Disturbance regulation				
تنظیم آب Water regulation				
تصفیه Waste treatment	63	69	71	افزایش Increase
کنترل فرسایش Erosion control	34	36	34	افزایش/کاهش Decrease/Increase
چرخه مواد غذایی Nutrient cycling	53	40	29	کاهش Decrease
گرده افشانی Pollination				
کنترل زیستی Biological control	134	103	74	کاهش Decrease
خدمات حمایتی Nursery service				
تنوع ژنی Genetic diversity	1362	1317	1176	کاهش Decrease
خدمات زیبایی شناختی Aesthetic services	119	129	124	افزایش/کاهش Decrease/Increase
تفریح Recreation	652	553	485	کاهش Decrease
الهام بخشی Inspiration				
تجربه‌های معنوی Spiritual experience				
توسعه شناختی Cognitive development	1	1	1	بدون تغییر No change

منطقه‌های کشاورزی و تبدیل آن به پهنه‌های جنگلی باعث بهبود خدمات اکوسیستم در این منطقه‌ها شده است (Haines-Young *et al.*, 2012). در برخی از منطقه‌ها بدلیل نرخ تخریب منطقه‌های جنگلی کاهش خدمات اکوسیستم وجود داشته است. در هر حال، مطالعاتی که خدمات اکوسیستم را بصورت محلی ارزش دهی نموده‌اند بسیار نادر است و بنابراین برآوردها بیشتر کلی و دارای تفاوت است. ولی با این حال برآورد

و خدمات را شامل می‌شود، جامع و کلی است و برای انواع مختلف کاربری‌ها بررسی گردیده است. ضمن آن که برخی از خدمات اکوسیستم در مقیاس محلی هستند (مانند خدمات مربوط به کشاورزی) و برخی دیگر تاثیر جهانی دارند (مانند تعدیل اقلیم) که توجه به گونه‌های مختلف اکوسیستم‌ها و خدمات عرضه توسط آن‌ها را می‌طلبد (Lopes *et al.*, 2015). در مقایسه با کشورهای توسعه یافته که تغییر کاربری در

جدول ۸- ضریب حساسیت ایجاد شده پس از اصلاح ضریب‌های خدمات اکوسیستم
Table 8. Coefficient of sensitivity (CS) after adjusting ecosystem services coefficients

طبقه کاربری/پوشش زمین Land use/land cover	1984	2015	2035
جنگل Forest	0.43	0.35	0.28
پهنه‌های آبی و رودخانه Water bodies and river	0.03	0.05	0.08
مرتع Range	0.52	0.59	0.63

یک تیپ پوشش خاص (مانند منطقه‌های کشاورزی تک‌کشته) باشند. در این مطالعه مشخص شده است که در استان گلستان منطقه‌های جنگلی دارای کاهش ۲۳ درصدی در بازه زمانی ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۴ بودند. این کاهش، با افزایش در برخی دیگر از کاربری‌ها یعنی منطقه‌های انسان ساخت همراه بوده است. تحلیل مارکوف هم نشان داد که میزان تغییر در منطقه‌های جنگلی می‌تواند تا سال ۱۴۱۴ به حدود ۳۱۵ هزار هکتار برسد. ضمن آن که ارزش کلی خدمات اکوسیستم نیز در استان در سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۴ حدود ۱۷۶ میلیون دلار کاهش داشته و در صورت ادامه روند فعلی تغییر کاربری به کاهش ۵۷۴ میلیون دلاری در سال ۱۴۱۴ خواهد رسید. تحلیل ضریب حساسیت برای ارزش کلی خدمات اکوسیستم هم نشان داد که برآورد انجام شده برای خدمات دارای ضریب کمتر از یک هستند که نشان داد برآوردها قابل اعتماد هستند. میزان ضریب برای مرتع‌ها در بین همه‌ی کاربری‌ها و در بین همه‌ی بازه‌های زمانی دارای بالاترین مقدار است که بدلیل سهم این مناطق و همچنین خدمات ارایه شده توسط این اکوسیستم است. سود مالی مربوط به خدمات اکولوژیکی مانند تثبیت کربن برای حفاظت از مرتع‌ها و جنگل‌ها باید دقیق باشد تا حمایت‌های لازم را از جامعه‌های محلی و همچنین برنامه ریزان برای کنترل روند تغییر کاربری/پوشش کسب نماید. یافته‌های این تحقیق می‌تواند نقطه عطف مهمی برای پژوهش‌های جزئی‌تر و برآورد دقیق‌تر باشد.

پی‌نوشت‌ها

¹Markov chain

خدمات اکوسیستم و کمی نمودن آن حتی در حالت کلی نیز بسیار مفید خواهد بود.

بدلیل وجود بخشی از جنگل‌های هیرکانی در استان گلستان، برآورد خدمات اکوسیستم در این استان دارای اهمیت زیادی است. از سوی دیگر، بدلیل هزینه بر بودن بررسی‌های دقیق میدانی برای برآورد خدمات متنوع اکوسیستم، داشتن دیدی کلی از شرایط منطقه و بررسی روند تغییر خدمات در استان بسیار کمک کننده خواهد بود و می‌تواند به تصمیم‌گیران در جهت ارایه سناریوهای متنوع مدیریتی در جهت بهبود ارزش خدمات کمک نماید.

نتیجه‌گیری

ارزش خدمات اکوسیستمی برآورد شده بر اساس تحلیل تغییر کاربری/پوشش زمین برای نشان دادن تغییر این خدمات در اثر فعالیت‌های انسانی بصورت زمانی و مکانی بسیار مفید و حیاتی است. این برآورد در مقیاس محلی، منطقه‌ای و جهانی در تصمیم‌گیری‌ها بسیار مهم است چرا که می‌تواند با اصلاح محیط طبیعی سبب بهبود در خدمات اکوسیستم گردد و در نهایت بعنوان مبنایی برای توسعه پایدار استفاده گردد. برتری دیگر برآورد خدمات اکوسیستم در گسترش سناریوها و طرح‌هایی است که یکی از ویژگی‌های آن‌ها بهبود خدمات قابل ارایه اکوسیستم باشد. سیمای سرزمینی که دارای تنوعی از طبقات مختلف کاربری و پوشش است، به شرط آن که نسبت بین این کاربری/پوشش بصورت متناسب باشد، می‌تواند شرایط بهتری برای ارایه خدمات متنوع اکوسیستمی نسبت به منطقه‌هایی با

منابع

Alarcon, G.G., de Freitas, L.A.d.S., da Fountoura, G.O., de Macedo, C.X. and Ribeiro, D.C., 2016. The challenges

of implementing a legal framework for Payment for Ecosystem Services in Santa Catarina, Brazil. *Natureza and*

Conservacao. 2(14), 132-136.

Ango, T.G., Börjesson, L., Senbeta, F. and Hylander, K., 2014. Balancing ecosystem services and disservices: smallholder farmers' use and management of forest and trees in an agricultural landscape in southwestern Ethiopia. *Ecology and Society*. 19(1), 30-46.

Bryan, B.A., 2013. Incentives, land use and ecosystem services: synthesizing complex linkages. *Environmental Science and Policy*. 27, 124-134.

Costanza, R., Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Suttonkk, P. and Van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 387, 253-260.

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I. and Turner, R.K., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*. 26, 152-158.

de Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J.H., Bardgett, R.D. and Hering, D., 2010. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity and Conservation*. 19(10), 2873-2893.

De Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L. and Hein, L., 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*. 1(1), 50-61.

De Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L. and Willemen, L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*. 7(3), 260-272.

De Marco, P. and Coelho, F.M., 2004. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. *Biodiversity & Con-*

servation. 13(7), 1245-1255.

Haines-Young, R., Potschin, M. and Kienast, F., 2012. Indicators of ecosystem service potential at European scales: mapping marginal changes and trade-offs. *Ecological Indicators*. 21, 39-53.

Hu, H., Liu, W. and Cao, M., 2008. Impact of land use and land cover changes on ecosystem services in Menglun, Xishuangbanna, Southwest China. *Environmental Monitoring and Assessment*. 146(1-3), 147-156.

Kindu, M., Schneider, T., Teketay, D. and Knoke, T., 2016. Changes of ecosystem service values in response to land use/land cover dynamics in Munessa-Shashemene landscape of the Ethiopian highlands. *Science of The Total Environment*. 547, 137-147.

Leh, M.D., Matlock, M.D., Cummings, E.C. and Nalley, L.L., 2013. Quantifying and mapping multiple ecosystem services change in West Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 165, 6-18.

Li, R.Q., Dong, M., Cui, J.Y., Zhang, L.L., Cui, Q.G. and He, W.M., 2007. Quantification of the impact of land-use changes on ecosystem services: a case study in Pingbian County, China. *Environmental Monitoring and Assessment*. 128(1-3), 503-510.

Lira, P.K., Tambosi, L.R., Ewers, R.M. and Metzger, J.P., 2012. Land-use and land-cover change in Atlantic Forest landscapes. *Forest Ecology and Management*. 278, 80-89.

Lopes, L.F.G., dos Santos Bento, J.M.R., Cristovão, A.F.A.C. and Baptista, F.O., 2015. Exploring the effect of land use on ecosystem services: The distributive issues. *Land Use Policy*. 45, 141-149.

Markov, A.A., 1971. Extension of the Limit Theorems of Probability Theory to a Sum of Variables Connected in a chain. Reprinted in Appendix B of: R. Howard. *Dynamic Probabilistic Systems, Volume 1: Markov Chains*. John

Wiley and Sons. USA.

Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Island Press, Washington, USA.

Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D. and Kareiva, P.M., 2009. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 7(1), 4-11.

Oestreicher, J.S., Farella, N., Paquet, S., Davidson, R., Lucotte, M., Mertens, F. and Saint-Charles, J., 2014. Livelihood activities and land-use at a riparian frontier of the Brazilian Amazon: quantitative characterization and qualitative insights into the influence of knowledge, values, and beliefs. *Human Ecology*. 42(4), 521-540.

Pereira, H.M., Leadley, P.W., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J.P., Fernandez-Manjarrés, J.F. and Cheung, W.W., 2010. Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science*, 330(6010), 1496-1501.

Salman Mahiny, A. and Kamyab, H., 2012. Applied remote sensing and GIS with idrisi. Publication of Mehr-

mahdis. Tehran, Iran.

Salman Mahiny, A., 2015. Golestan Land use planning Report. Research Report. Golestan, Iran.

Satz, D., Gould, R.K., Chan, K.M., Guerry, A., Norton, B., Satterfield, T. and Hannahs, N., 2013. The challenges of incorporating cultural ecosystem services into environmental assessment. *Ambio*. 42(6), 675-684.

Summers, J., Smith, L., Case, J. and Linthurst, R., 2012. A review of the elements of human well-being with an emphasis on the contribution of ecosystem services. *Ambio*. 41(4), 327-340.

Tadesse, G., Zavaleta, E., Shennan, C. and FitzSimmons, M., 2014. Local ecosystem service use and assessment vary with socio-ecological conditions: A case of native coffee-forests in southwestern Ethiopia. *Human Ecology*. 42(6), 873-883.

Tolessa, T., Senbeta, F. and Kidane, M., 2017. The impact of land use/land cover change on ecosystem services in the central highlands of Ethiopia. *Ecosystem services*. 23, 47-54.





Environmental Sciences Vol.17/ No.2 / Summer 2019

45-58

The impact of land use/land cover change on ecosystem services in Golestan Province

Hamidreza Kamyab^{1*} and Nasim Shabani²

¹Department of Environmental Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

²Department of Water Engineering, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 2018.02.05 Accepted: 2019.01.12

Kamyab, H. and Shabani, N., 2019. The impact of land use/land cover change on ecosystem services in Golestan Province. *Environmental Sciences*. 17(2): 45-58.

Introduction: Ecosystems provide a wide range of services that vary in quantity and quality depending on the type of ecosystems and their status. Estimating the ecosystem services value (ESV) is very important to support land use planning processes. Ecosystem services are under great pressure due to urban growth and its effects. The human activities that reduce ecosystem services include land use/land cover (LU/LC) change driven by agricultural activities and urban growth. In this paper, we assessed LU/LC dynamics in Golestan Province using change detection and Markov chain as inputs for ESV of different land use types to estimate the amount of services. We also used sensitivity analysis to explore the robustness of results by 50% adjustment of value coefficients.

Material and methods: Golestan Province is one of the 31 provinces of Iran, located in the south of the Caspian Sea. In this study, multi-temporal data of LU/LC were produced from multispectral Landsat imagery acquired on two separate years (1984 and 2015). We also analyzed ecosystem service values for 2035. Markov chain was used for quantity forecasting. Markov Chain Analysis is a convenient tool for modeling land use change, when changes and processes in the landscape are difficult to describe. LU/LC data were analyzed using Ecosystem Services Value (ESV) for different biomes.

Results and discussion: Land cover classification indicated that settlements were the most increased land cover over the study period. From 1984 to 2014, ecosystem service values of forests decreased from 1722 to 952 million dollars. Annual value of 22 ecosystem services was estimated. In terms of the estimated ESV, food production, raw materials, climate regulation, nutrient cycling, biological control, genetic diversity and recreation were reduced while the rest of ESVs were increased/decreased. The effect of using different coefficients to evaluate the total ESV in Golestan Province was evaluated. The coefficient of sensitivity (CS) of these analyses was less than one in all cases. Our results of analyses indicated

* Corresponding Author: *Email Address*: hrkamyab@gau.ac.ir

that the total ecosystem values estimated for Golestan Province were relatively inelastic, which also suggests that our ecosystem value evaluation is reasonable. According to the LU/LC within the landscape, our results indicate that rangelands and forests provide a higher level of ecosystem service than others due to the relatively larger area coverage and higher value coefficients and hence a reduction in this particular component of the ecosystem hampers a balanced flow of services from the landscape.

Conclusion: Ecosystem service value estimation based on LU/LC analysis is very important to indicate the changes in the amount of services through urban growth on spatial and temporal scales. Such estimations in local, regional and global scales are important in influencing land use planning processes through modifying national accounting systems to reflect the true values of ecosystem services so that it will be ultimately used as a basis for sustainable development. Another benefit could be related to land use optimization projects to increase ecosystem services.

Keywords: Ecosystem services, Land use/land cover, Payment for ecosystem services, Golestan Province.