فصلنامه علوم محیطی،دوره هفدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸

۴۴-۵۷

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

حمیدرضا کامیاب[1*] و نسیم شعبانی[2]

[1] گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست،دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[2]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. ۱۷(۲): ۵۷-۴۴.

سابقه و هدف: اکوسیستم خدمات متنوعی را عرضه می کند، که با توجه به نوع اکوسیستم و وضعیت آن در کمّیت و کیفیت دارای تفاوت هایی است. برآورد خدمات اکوسیستم برای حمایت از فرآیندهای آمایش و برنامه ریزی سرزمین بسیار مهم است. به دلیل رشد شهری و اثرات آن، خدمات اکوسیستم تحت فشار شدید قرار گرفته اند. در بین فعالیت های انسانی که خدمات اکوسیستم را کاهش می دهند، تغییر کاربری/پوشش زمین که به سبب رشد شهری و گسترش کشاورزی ایجاد می گردد، می توان اشاره نمود. در این مقاله، پویایی تغییر کاربری/پوشش زمین در استان گلستان با استفاده از تحلیل آشکارسازی تغییرات و زنجیره مارکوف۱ 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 انعطاف پذیری مدل به اصلاح ۵۰ درصدی در ضریب های ارزش خدمات استفاده شد.

مواد و روش‌ها: استان گلستان یکی از ۳۱ استان شمالی کشور واقع در جنوب دریای خزر است. در این مطالعه، داده های چندزمانه کاربری/پوشش زمین از داده های ماهواره ای چندطیفی مربوط به دو سال ۱۳۶۳ و ۱۳۹۴ استخراج گردید. ضمن آن که ارزش خدمات اکوسیستم برای سال ۱۴۱۴ نیز محاسبه شد. برای کمّی کردن تغییرات کاربری از تحلیل زنجیره مارکوف استفاده شد. زنجیره مارکوف ابزاری تحلیلی برای مدل سازی تغییر کاربری زمین در زمانی است که تحلیل تغییرات و فرآیندهای سیمای سرزمین دارای پیچیدگی باشد. هدف این مطالعه، ارزش دهی خدمات مربوط به هر نوع بیوم بر اساس داده های 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، ماده های خام، متعادل ساختن اقلیم، چرخه مواد، کنترل زیستی، تنوع ژنی و تفرج کاهش داشته اند و سایرخدمات افزایش/کاهش داشتند. تاثیر استفاده از ضریب های مختلف برای برآورد خدمات اکوسیستم برای استان گلستان محاسبه گردید. ضریب حساسیت در همه ی موارد کمتر از یک بوده است. نتایج نشان داد که ارزش کلی خدمات اکوسیستم برای استان گلستان با تغییر ضریب ها انعطاف کمی دارد و به عبارت دیگر مورد اطمینان است. با توجه به نتایج به دست آمده از کاربری/پوشش زمین، مرتع ها ومنطقه

* CorrespondingAuthor: *Email Address.* kamyab.hr@gmail.com

های جنگلی به دلیل وسعت بیشتر این منطقه ها در استان و همچنین ضریب بالاتر خدمات اکوسیستم، بیشترین خدمات اکوسیستمی را در منطقه عرضه می دارند و کاهش در وسعت این مناطق باعث از دست رفتن بخشی از خدمات اکوسیستم در سیمای سرزمین می گردد.

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، منطقه ای و جهانی به خاطر تاثیر آن بر فرآیندهای برنامه ریزی از طریق اصلاح سیستم های مدیریتی برای برآورد صحیح خدمات بسیار مهم است چراکه می توان از آن بعنوان پایه ای برای توسعه پایدار استفاده کرد. اولویت دیگر آن را می توان در توسعه گزینه های بهینه سازی 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 می کند که هم در کمیّت 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 منطقه ای (خدمات مربوط به زمین های 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 همه ی خدمات اکوسیستم در فروشگاه های تجاری قابل عرضه مستقیم نیستند و همچنین نحوه کمّی سازی آن ها باعث عدم رقابت پذیری با کالاهای تجاری و اقتصادی می گردد، لذا این خدمات در تصمیم گیری ها نقش و وزن کمی را دارند. ارزش‌گذاری و کمّی سازی از انتخاب و تصمیم گیری های مرتبط با نظام های اکولوژیک قابل تفکیک نیست. این تصور وجود دارد که ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم ناممکن است و نمی توان ارزش های قابل اعتماد و استنادی برای برخی از خدمات اکوسیستم مانند مزیت‌های بلندمدت اکولوژیک و یا ارزش های زیبایی شناختی محیط زیست بیان کرد. در حالی که ما همه ی 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 فعالیت های کشاورزی یکی از فعالیت های متعدد انسانی است که خدمات اکوسیستم را تحت تاثیر قرار می دهد (Li *et al*., 2007;Haines-Young et al., 2012; Kindu *et al*., 2016de Groot). تاثیر تغییر کاربری/ پوشش زمین بر خدمات اکوسیستم با توجه به شرایط زمانی و مکانی متفاوت است (Costanza *et al*., 2014; de Marko and Coelho, 2004; Hu *et al*., 2008; Bryan, 2013).

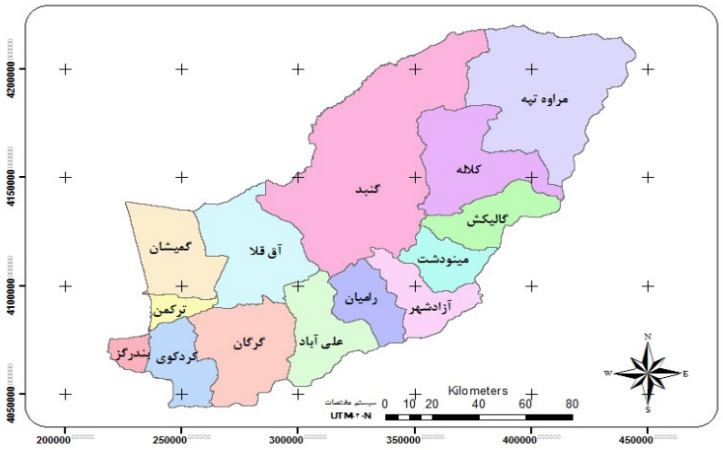
ارایه خدمات اکوسیستم به صورت ارزش های مالی و پولی باعث بروز آگاهی در بین صاحبان منافع، ایجاد مدارک مستند برای تصمیم گیران و کمک کننده درک بهتر از جبران هزینه های احیا در اکوسیستم های طبیعی و خدمات ارایه شده توسط اکوسیستم هاست (Neilson *et al*., 2009; Alarcon *et al*., 2016).تحقیقات متعددی برای کمّی سازی 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، کمّی سازی خدمات اکوسیستم با توجه به تنوع در روش های مورد استفاده برای آن و نوع خدمات مورد بررسی و نتایج آن دچار چالش هایی است. ضمن آن که، خدمات اکوسیستمی بیشتر مبتنی بر ارزش گذاری خدمات خاصی است و محاسبه ها برای استفاده در کل دنیا دارای جامعی تکامل نیستند (Sum-mers *et al*., 2012; Satz *et al*., 2013). برخلاف همه ی این محدودیت ها، توجه به ارزش گذاری خدمات اکوسیستم ضمن بهبود درک ما از خدمات اکوسیستم های طبیعی، باعث افزودن تجربه در این نوع بررسی هاو رفع اشکال های موجود در این زمینه می گردد. بیشتر تلاش های دو دهه اخیرمنجر بهبه ارایه نتایج امیدوار کننده برای مشارکت بیشتر خدمات اکوسیستمی در منطقه های 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 می گیرد و از نتیجه تحلیل برای بررسی تغییرات مربوط به خدمات اکوسیستمی استفاده خواهد شد.

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)



شکل ۱- تقسیم های سیاسی استان گلستان

Fig. 1- GolestanProvince divisions

داده های استفاده شده

داده های استفاده شده در این مطالعه از داده های کاربری زمین مربوط به سال های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۴ برای برآورد خدمات اکوسیستم در استان گلستان استفاده شده است. این داده ها با فرآیند طبقه بندی چندمرحله ای از تصویرهای ماهواره ای لندست استخراج شده اند (Salman Mahiny, 2015). در لایه کاربری زمین استان گلستان، طبقه های کاربری به شش کاربری عمده شامل منطقه های انسان ساخت (شامل شهرها و روستاها، جاده ها و منطقه های صنعتی)، منطقه های جنگلی، پهنه های آبی (شامل رودخانه ها، تالاب ها، سدها و مرکزهایۀپرورش آبزیان)، زمین های کشاورزی، مرتع ها و زمین های بایر طبقه بندی شده اند. شکل ۲ دو نقشه کاربری زمین مربوط به سال های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۴ را نشان می دهد. از این نقشه ها برای برآورد خدمات اکوسیستم در این دو سال و همچنین پیش بینی کمّیت تغییرات کاربری برای سال ۱۴۱۴ با استفاده از تحلیل مارکوف استفاده خواهد شد.

تحلیل مارکوف برای پیش بینی کمّیت تغییرات

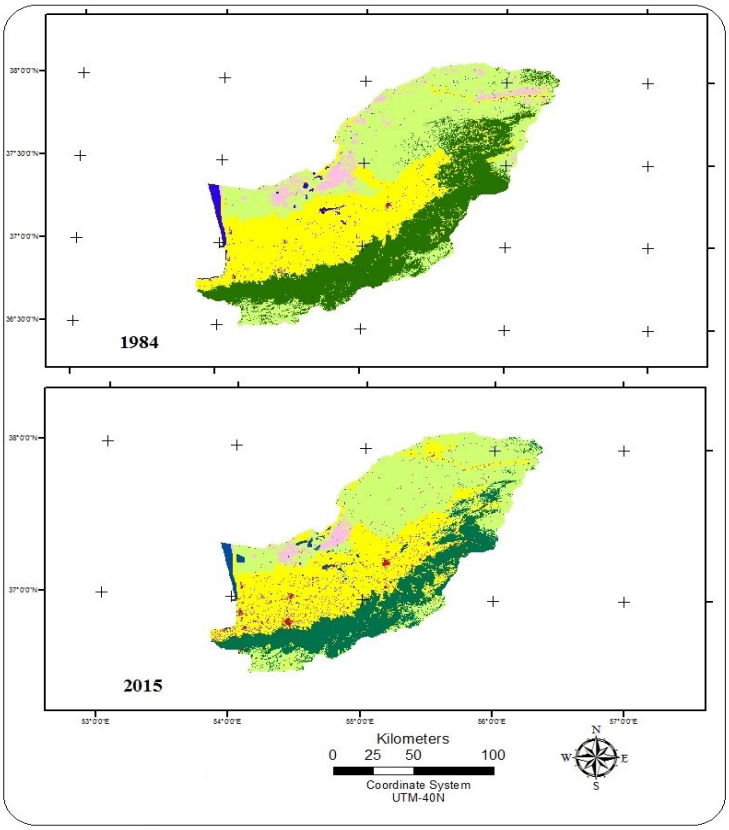
تحلیل زنجیره مارکوفیک ابزار مناسب برای مدل سازی تغییرات کاربری زمین درجایی است که توصیف تغییرات و فرآیندهای سیمای سرزمین مشکل باشد. هر فرآیند مارکوف درجایی استفاده می گردد که وضعیت آینده یک سیستم را بتوان به صورت کلی براساس وضعیت ماقبل آنسیستم مدل سازی کرد. تحلیل زنجیره مارکوف،تغییرات کاربری زمین ازیک دوره زمانی به دوره دیگر را بیان کرده و از نتایج آن برای بیان میزان تغییرات کاربری در دوره های زمانی آینده استفاده خواهد شد. این کار با استفاده ازگسترش یک ماتریس احتمال انتقال تغییرات کاربری زمین از زمان ۱ به زمان ۲ انجام می گیردکه به‌عنوان پایه ای برای نقشه سازی دوره های زمانی آینده مورد استفاده قرارخواهدگرفت (Markov, 1971). در این بررسی، برای پیش بینی کمیت تغییرها تا سال ۱۴۱۴ از تحلیل زنجیره مارکوف استفاده شده است. در این رویکرد، کمّیت کاربری ها برای سال ۱۴۱۴ با استفاده دو لایه کاربری زمین سال ۱۳۶۳ و ۱۳۹۴ برآورد می گردد.

محاسبه خدمات اکوسیستمی سیمای سرزمین

پس از آماده سازی داده های کاربری زمین، خدمات اکوسیستم برای طبقه های مختلف کاربری تحلیل می گردد. مدل ارزش گذاری خدمات اکوسیستم برای ۱۰بیوم که توسط de Groot

et al.(2012) بیان شده بود، برای ارزش گذاری خدمات اکوسیستمی شش طبقه کاربری زمین استفاده می گردد. اگرچه میزان های ارزشی بیان شده توسط de Groot et al.(2012) قطعی نیست، اما به دلیل نبود داده های محلی، از این اطلاعات بعنوان گزینه ای برای برآورد ارزش خدمات اکوسیستم استفاده می شود. طبقات مورد استفاده در بررسی de Groot et al.(2012) با طبقه های مطالعه ی حاضر تطابق داده شدند (جدول ۱). لازم به ذکر است که مطابق با پژوهش de Groot et al.(2012)، منطقه های انسان ساخت و زمین های کشاورزی به دلیل آن که تحت مدیریت انسان هستند، در تحلیل خدمات اکوسیستم استفاده نشدند.

میزان کلی خدمات اکوسیستم در منطقه مورد مطالعه برای سال



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

جدول۱- بیوم معادل و ضریب خدمات اکوسیستم برای هر طبقه (de Groot et al., 2012)
Table1. 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-1yr^{-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	پهنه های آبی و رودخانه Water bodies and river
2872	Grasslands	5	مرتع Range
0	Desert	6	بایر Bare

های ۱۳۶۳، ۱۳۹۴ و ۱۴۱۴ از رابطه ۱ که بوسیله ی Li *et al.* (2008) و Hu *et al.* (2008) مورد استفاده قرار گرفت، بدست می آید:

$$ESV = \sum(A_K XVC_K) \quad (۱)$$

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 می باشد. تغییر در میزان ارزش خدمات اکوسیستم از طریق بررسی تفاوت بین مقادیر بین سال های ۱۳۶۳، ۱۳۹۴ و ۱۴۱۴ بدست می آید. در کنار برآورد اثر تغییر کاربری بر خدمات اکوسیستم، تاثیر تغییرها بر ۲۲نوع خدمات اکوسیستم نیز بررسی گردید. ارزش خدمات ایجاد شده توسط هر نوع اکوسیستم با استفاده از رابطه۲ برآورد می گردد:

$$ESV_f = \sum(A_K XVC_{fk}) \quad (۲)$$

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

با توجه به قطعی نبودن ضریب ها و ارزش های استفاده شده به وسیله ی de Groot *et al*, (2012) و بیوماس استفاده شده در این مطالعه و نبودتطابق کامل بین طبقه های کاربری، روش تحلیل حساسیت سنجی برای بررسی درصد تغییر در ESV برای ضریب ها استفاده گردید. ضریب ارزش خدمات برای طبقات مختلف به صورت ۵۰ درصد اصلاح گردید و ضریب حساسیت مطابق با رابطه ۳ بدست آمد. این روش امکان ثابت و معقول بودن میزان ESV را فراهم می کند (Tolessa *et al.*, 2017).

$$CS = \frac{\frac{ESV_j - ESV_i}{ESV_i}}{\frac{VC_{ik} - VC_{ik}}{VC_{ik}}} \quad (۳)$$

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.

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 پایه ای برای نقشه سازی تغییرات آینده استفاده می کند. این کار با استفاده ازگسترش یک ماتریس احتمال انتقال تغییرات کاربری زمین از سال ۱۳۶۳ تاسال ۱۳۹۴انجام می‌گیرد،که به عنوان پایه ای برای نقشه سازی دوره های زمانی آینده مورد استفاده قرار خواهدگرفت. ماتریس احتمال تغییرات که با استفاده از لایه کاربری دو زمان ایجاد گردیده است برای استخراج کمّیت هر کدام از کاربری ها در سال ۱۴۱۴ استفاده می گردد.

جدول ۳ ماتریس احتمال تغییر کاربری ها به هم را بر اساس کاربری های سال های ۱۳۶۳ و ۱۳۹۴ و با خطای ۱۵ درصد در لایه های ورودی نشان می دهد.با توجه به درستی کلی ۸۵ درصد نقشه های 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 منطقه های 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 کاربری های منطقه های انسان ساخت بوده است. بعنوان نمونه، منطقه های انسان ساخت از ۵/۱۱۵۲۷ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۶/۵۷۹۲۸ هکتار در سال ۱۳۹۴و ۳/۱۴۶۹۶۷ هکتار در سال ۱۴۱۴خواهد رسید (جدول ۴).

خدمات اکوسیستم سیمای سرزمین

در طی دوره بررسی، خدمات اکوسیستم منطقه های جنگلی کاهش بیشتری داشته است. تغییرهای ارزش خدمات اکوسیستم در جدول ۵ نشان داده شده است. برخلاف تغییر در مساحت پهنه های جنگلی و کاهش خدمات اکوسیستم، با توجه به افزایش مساحت پهنه های آبی به خصوص زمین های اختصاص

یافته برای آبزی پروری و همچنین افزایش مساحت مرتع ها، کاهش خدمات اکوسیستم منطقه های 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)، منطقه های انسان ساخت و زمین های کشاورزی به دلیل آن که

جدول ۲- ضریب های 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	ماده های خام Raw materials
0	0	0	0	منبع های ژنی Genetic resources
0	0	0	0	منبع های دارویی Medical resources
0	0	0	0	منبع های 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	تجربه های معنوی Spiritual experience
0	0	0	1	توسعه شناختی Cognitive development

جدول۳- ماتریس احتمال تغییر کاربری بین سال های ۱۳۹۴ تا ۱۴۱۴
Table 3. Transition probability matrix between 2015 and2035

بایر Bare	مرتع Range	کشاورزی Agriculture	پهنه های آبی و رودخانه Water bodies and river	جنگل Forest	منطقه های 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	پهنه های 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

جدول۴- مساحت (هکتار) طبقه های مختلف کاربری در سه دوره زمانی ۱۳۶۳، ۱۳۹۴ و ۱۴۱۴
Table 4. Land usearea 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	پهنه های 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

جدول۵- ارزش خدمات اکوسیستم برای طبقه های مختلف کاربری زمیناز سال ۱۳۶۳ تا ۱۴۱۴
Table 5. Total ecosystem service values estimated for each land use and land cover category from 1984

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

زیر نظر مدیریت انسان هستند، در تحلیل خدمات اکوسیستم استفاده نشدند. تغییر ارزش خدمات اکوسیستم در طی بازه های مختلف شامل ۱۳۶۳-۱۳۹۴، ۱۳۶۳-۱۴۱۴ و -۱۴۱۴ ۱۳۹۴ بررسی و میزان تفاوت آن ها در جدول ۶ نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات جدول ۶، خدمات اکوسیستم منطقه های جنگلی در هر سه بازه زمانی کاهش یافته است. از طرف

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

جدول ۷ ارزش سالانه ۲۲ خدمت اکوسیستمی را نشان می دهد. از بین این خدمات، برخی از خدمات در طی دوره های مختلف

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

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

کاهش و برخی از خدمات افزایش داشته اند. ارزش گذاری برای خدماتی که اطلاعاتی در دسترس نبود، انجام نگرفته است.

تاثیر استفاده از ضریب های مختلف برای برآورد میزان کلی ESV در منطقه در جدول ۸ نشان داده شده است. ضریب حساسیت (CS) در این تحلیل در همه ی موارد کمتر از یک بوده است. ضریب حساسیت زمانی که ضرایب مربوط به ارزش با نسبت ۵۰ درصد تغییر می کند، از مقدارکم (در کاربری پهنه های آبی با محدوده ۰/۰۳ تا ۰/۰۷) تا مقدار زیاد (در کاربری مرتع ها با محدوده ۰/۵۲ تا ۰/۶۳) تغییر می کند. اگر CS (نسبت درصد تغییر در خدمات کلی اکوسیستم به درصد تغییر ضریب ها ارزشی اصلاح شده) بیشتر از یک باشد در این صورت، ارزش خدمات اکوسیستم با توجه به ضریب ها 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 ضریب ها نقش ضریب ها را در ارزش دهی خدمات اکوسیستم حیاتی تر نشان می دهد. نتایج این مطالعه نشان داد که ارزش اکوسیستمی برآورد شده برای منطقه با توجه به ضریب های خدمات اکوسیستمی به نسبت انعطاف پذیرنیست. این نکته نشان می دهد که برآورد ارزش خدمات اکوسیستم در این مطالعه مورد اعتماد است.

تحلیل تغییر کاربری در منطقه نشان داد که منطقه های جنگلی در بازه زمانی مورد مطالعه کاهش داشته اند. تبدیل کاربری جنگلی به زمین های کشاورزی به دلیل سیاستگذاری های نادرست باعث کاهش خدمات اکوسیستم جنگلی خواهد شد. در مطالعه های بسیاری تاثیر سیاست گذاری ها بر کاهش منطقه های 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 منطقه های جنگلی کاهش داشته است که با دیگر یافته های مرتبط با این موضوع همخوانی دارد(Kindu *et al*., 2016; Leh *et al*., 2013).تحلیل حساسیت انجام شده در این مطالعه برای بررسی قطعی بودندر 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 منطقه های کوچک تر و شرایط محلی که با ویژگی های فیزیکی منطقه تطابق بالاتری داشته باشد بسیار مهم است. دستیابی به این هدف نیازمند برداشت های زمینی متعدد و استفاده از داده های مرتبط با تاثیر سیاستگذاری ها و برنامه

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

Table 8. Estimated annual value foreach 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
ماده های خام Rawmaterials	141	120	96	کاهش Decrease
منبع های ژنی Geneticresources				
منبع های دارویی Medicalresources	1	1	1	بدون تغییر NoChange
منبع های زینتی Ornamentalresources				
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
تفرج Recreation	652	553	485	کاهش Decrease
الهام بخشی Inspiration				
تجربه های معنوی Spiritual experience				
توسعه شناختی Cognitive development	1	1	1	بدون تغییر No change

ریزی ها و نتیجه آن ها است.

ارزش گذاری خدمات اکوسیستم به دلیل آن که مولفه های زیست فیزیکی و اجتماعی را در خود مشارکت می دهد و مزایا و خدمات را شامل می شود، جامع و کلی است و برای انواع مختلف کاربری ها 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 گونه های مختلف اکوسیستم ها و خدمات عرضه توسط آن ها را می طلبد(Lopes *et al*., 2015).

در مقایسه با کشورهای توسعه یافته که تغییر کاربری در منطقه های کشاورزی و تبدیل آن به پهنه های جنگلی باعث بهبود خدمات اکوسیستم در این منطقه ها شده است (Haines-Young *et al*., 2012). در برخی از منطقه ها به دلیل نرخ تخریب منطقه های جنگلی کاهش خدمات اکوسیستم وجود

جدول ۸- ضریب حساسیت ایجاد شده پس از اصلاح ضریب های 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
پهنه های آبی و رودخانه Water bodies and river	0.03	0.05	0.08
مرتع Range	0.52	0.59	0.63

داشته است.در هر حال، مطالعاتی که خدمات اکوسیستم را به صورت محلی ارزش دهی نموده‌اند بسیار نادر است و بنابراین برآوردها بیشتر کلی و دارای تفاوت است. اما با این حال برآورد خدمات اکوسیستم و کمّی نمودن آن حتی در حالت کلی نیز بسیار مفید خواهد بود.

به دلیل وجود بخشی از جنگل های هیرکانی دراستان گلستان، برآورد خدمات اکوسیستم دراین استان دارای اهمیت زیای است. از سوی دیگر،به دلیل هزینه بر بودن بررسی های دقیق میدانی برای برآورد خدمات متنوع اکوسیستم داشتن دیدی کلی از شرایط منطقه و بررسی روند تغییر خدمات در استان بسیارکمک کننده خواهد بود و می تواند به تصمیم گیران درجهت 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 فعالیت های انسانی به صورت زمانی و مکانی بسیار مفید و حیاتی است. این برآورد در مقیاس محلی، منطقه ای و جهانی در تصمیم گیری ها بسیار مهم است چرا که می تواند با اصلاح محیط طبیعی باعث بهبود در خدمات اکوسیستم گردد و در نهایت بعنوان مبنایی برای توسعه پایدار استفاده گردد. برتریدیگر برآورد خدمات اکوسیستم در گسترش سناریوها و طرح هایی است که یکی از ویژگی های آن ها 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 به صورت متناسب باشد، می تواند شرایط بهتری برای ارایه خدمات متنوع اکوسیستمی نسبت به منطقه هایی با یک تیپ پوشش خاص (مانند منطقه های کشاورزی تک کشته) باشند. در این مطالعه مشخص شده است که در استان گلستان منطقه های جنگلی دارای کاهش ۲۳ درصدی در بازه زمانی ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۴ بودند. این کاهش، با افزایش در برخی دیگر از کاربری ها یعنی منطقه های انسان ساخت همراه بوده است. تحلیل مارکوف هم نشان داد که میزان تغییر در منطقه های جنگلی می تواند تا سال ۱۴۱۴ به حدود ۳۱۵ هزار هکتار برسد. ضمن آن که ارزش کلی خدمات اکوسیستم نیز در استان در سال های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۴حدود 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 مرتع ها در بین همه ی کاربری ها و در بین همه ی بازه های زمانی دارای بالاترین مقدار است که به دلیل سهم این مناطق و همچنین خدمات ارایه شده توسط این اکوسیستم است. سود مالی مربوط به خدمات اکولوژیکی مانند تثبیت کربن برای حفاظت از مرتع ها و جنگل ها باید دقیق باشد تا حمایت های لازم را از جامعه هایمحلی و همچنین برنامه ریزان برای کنترل روند تغییر کاربری/پوشش کسب نماید. یافته های این تحقیق می تواند نقطه عطف مهمی برای پژوهش های جزئی تر و برآورد دقیق تر باشد.

پی نوشت ها

[1]Markov chain

منابع

Alarcon, G.G., de Freitas, L.A.d.S., da Fountoura, G.O., de Macedo, C.X. andRibeiro, D.C., 2016. The challenges of implementing a legal framework for Payment for Ecosystem Services in Santa Catarina, Brazil. Naturezaand-Conservacao.2(14), 132-136.

Ango, T.G., Börjeson, L., Senbeta, F. andHylander, 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 andPolicy.27, 124-134.

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

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K.,Naeem, S., O'Neill, 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.

de Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J.H., Bardgett, R.D. andHering, 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.andWillemen, 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 Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L. andWillemen, 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 & Conservation. 13(7), 1245-1255.

Haines-Young, R., Potschin, M. andKienast, 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.

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. andNalley, 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. andBaptista, 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.

Millennium Ecosystem Assessment (MA).,2005. Ecosystems and Human Well-being: AFramework For Assessment. Island Press, Washington.

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. andCheung, 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. Mehrmahdis Pub.

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

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

Summers, J., Smith, L., Case, J.andLinthurst, 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.andFitzSimmons, 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. andKidane, 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

44-57

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

Hamidreza Kamyab[1*] and Nasim Shabani[2]

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

[2]Department ofWater 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 GolestanProvince. Environmental Sciences. 17(2): 44-57.

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 that the

* CorrespondingAuthor: *Email Address.* kamyab.hr@gmail.com

total ecosystem values estimated for Golestan Province were relatively inelastic, which also suggests that our ecosystem value evaluation is reasonable.According tothe 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 estimationsin 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, GolestanProvince.