محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶
صفحات: ۸۵۵-۸۴۳

بررسی تأثیر سطوح ریسک و جبران بر روی نتایج ارزیابی قابلیت اراضی در محیط فازی (مطالعهٔ موردی: زیر حوضهٔ پلاسجان)

وحید راهداری[۱]، علیرضا سفیانیان[۲*]، سعید پورمنافی[۳]، حمید قیومی محمدی[۴]

۱. دانشجوی دکتری آمایش سرزمین، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان و عضو هیئت علمی دانشگاه زابل
۲*. دانشیار گروه محیط زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳. استادیار گروه محیط زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۴. استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۷)

چکیده

بهترین راه حفاظت از تنوع زیستی و ساختار و کارکرد یک منطقه، شناسایی نواحی با قابلیت حفاظتی است. در این مطالعه برای تهیهٔ نقشهٔ قابلیت حفاظت اراضی زیر حوضهٔ آبخیز پلاسجان، به روش دلفی لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز تعیین، نمودار سلسله مراتبی مطالعه ترسیم و وزن معیارها به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) محاسبه شد. نقشهٔ لایه‌های مورد نیاز تهیه، پیش پردازش های لازم بر روی آن‌ها انجام و تمامی معیارها با استفاده توابع متناسب فازی محدودیت‌ها به صورت صفر و یک، استاندارد گردید. قابلیت حفاظت اراضی منطقه با استفاده از ارزیابی چند معیاره (MCE) به روش ترکیب خطی وزنی (WLC) با ریسک متوسط و قابلیت جبران بالا و میانگین وزنی رتبه‌بندی شده (OWA) با ریسک و قابلیت جبران تعریف شده متوسط مشخص گردید. روی‌هم‌اندازی نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی منطقه بر روی نقشه‌های قابلیت حفاظت، نشان داد نتایج روش WLC به دلیل جبران حداکثر، خوش‌بینانه بوده اما نتایج روش OWA با ریسک و جبران متوسط، متناسب با شرایط فعلی سرزمین و واقع‌بینانه‌تر بود. در نتیجه در مدل WLC و OWA به ترتیب، ۳۳/۹ و ۱۳/۱۶ درصد به مناطق با قابلیت متوسط و ۱۶/۵ و ۱۲/۲۶ درصد به طبقه با قابلیت حفاظتی زیاد اختصاص داده شده است. مقایسهٔ نقشه‌های تهیه شده از وضعیت فعلی منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نقشهٔ قابلیت حفاظت اراضی منطقه و توجه به لزوم حفاظت از ساختار و کارکرد منطقه، در هر دو روش، لزوم اصلاح مرزهای مناطق تحت حفاظت را نشان داد.

کلید واژگان: قابلیت حفاظت اراضی، ارزیابی چند معیاره، ریسک و جبران، فازی

* نویسنده مسئول؛ شماره تماس: ۰۹۸۹۱۵۳۴۱۰۱۶۸+ ایمیل: soffianian@cc.iut.ac.ir

۱. مقدمه

امروزه با توجه به نیاز در حال افزایش بشر به منابع سرزمین، حفاظت از منابع طبیعی برای حمایت از تنوع زیستی، ضروری است (Mirghaed *et al*., 2014). برای رسیدن به حفاظت مؤثر، پایدار و جلوگیری از تضاد منافع ذی‌نفعان، تعیین مناطق مناسب برای حفاظت با در نظر گرفتن عوامل مختلف ضروری است (Majnonian, 2002).

با توجه به پیچیدگی شرایط مدیریتی در طبیعت و تعدد عوامل و متغیرهای تأثیرگذار و تأثیرپذیر در فرآیند ارزیابی توان، به کاربردن روش‌های علمی و کمی ارزیابی و تصمیم‌گیری ضروری است (Mirkatoli & Kanani, 2011; Morshedi & Koravand, 2015).

در مدل‌سازی قابلیت اراضی به عنوان پیش نیاز برنامه‌ریزی کاربردی، معمولاً عوامل مختلفی، به طور هم‌زمان، مورد توجه قرار می‌گیرند. یکی از روش‌های شناسایی معیارهای ارزیابی قابلیت اراضی و بررسی آن‌ها، روش دلفی است که در آن با ارائهٔ پرسشنامه در طی چند مرحله، معیارهای مورد نیاز برای مطالعه تعیین و ارزیابی می‌گردند (Hajehforooshnia *et al*., 2011; Allah yari *et al*., 2011). Najmi Zadeh و Yavari (۲۰۱۳)، در مطالعهٔ خود برای ارزیابی پارک ملی خبر، معیارهای فیزیکی، اکولوژیکی و اقتصادی -اجتماعی را بررسی کردند.

در روش‌های ارزیابی چند معیاره (MCE)[1]، معیارها از اهمیت متفاوتی برخوردار هستند، لذا باید اطلاعاتی دربارهٔ ارزش‌های هر یک از معیارها داشت. این مسئله با تعیین وزن برای هر معیار ممکن خواهد شد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP[2] یک روش کاربردی در تعیین وزن معیارها و اهداف است (Drobne & Lisec, 2009; Hajehforooshnia *et al*., 2011; Sánchez et al., 2013; Morshedi & Koravand, 2015; Farashi *et al*., 2016).

Asadollahi و همکاران (۲۰۱۳)، برای زون‌بندی تالاب چغاخور با استفاده از روش AHP معیارها را مقایسه کردند که بیشترین وزن را معیارهای زیستگاه و گونه‌های جانوری به‌دست آوردند. Mirghaed و همکاران (۲۰۱۴)، برای ارزیابی قابلیت مرتعداری سرزمین، معیارهای مطالعه را به روش AHP مقایسه و وزن آن‌ها را تعیین کردند. Farashi و Shariati (۲۰۱۳) برای زون‌بندی پارک ملی کلاه قاضی از چهار معیار زیستگاه، گونه، اقتصادی-اجتماعی و مدیریتی استفاده کردند که به ترتیب بیشترین تا کمترین وزن را به خود اختصاص دادند. آن‌ها برای معیار زیستگاه، زیر معیارهای اهمیت زیستگاه، بکر بودن و آسیب‌پذیری و برای معیار گونه، تنوع گونه‌ای و درجهٔ آسیب‌پذیری را بررسی کردند.[1,2]

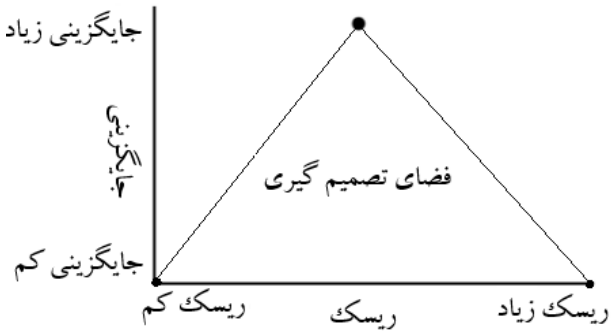
در ارزیابی چند معیارهٔ ریسک[3] و جبران[4]، به امکان پوشش ضعف یک معیار توسط معیارهای دیگر مربوط است. با افزایش ریسک و جبران، سطح بیشتری از سرزمین به عنوان مناطق با قابلیت تعیین می‌شوند که با توجه به هدف مطالعه و شرایط منطقه از نظر موضوع مطالعه، مقدار ریسک‌پذیری و جبران تعیین می‌گردد (Mokaram & Hojatti, 2016; Parhizkar & Ghaffari, 2011).

یکی از مدل‌های مورد استفاده در ارزیابی چند معیاره، مدل ترکیب خطی وزنی (WLC[5]) با قابلیت جبران زیاد و ریسک‌پذیری متوسط است. این روش دارای قدرت بالایی برای ترکیب لایه‌های اطلاعاتی با وزن‌های مختلف و ارزیابی و تحلیل آن‌ها است (Drobne & Lisec, 2009).

روش میانگین رتبه‌ای وزنی (OWA[6]) یکی دیگر از روش‌های ارزیابی چند معیاره، با قابلیت کنترل ریسک و جبران است و این امکان را به کاربر می‌دهد بر اساس شرایط منطقه و میزان ریسک‌پذیری ذی نفعان، با تخصیص وزن رتبه‌ای به معیارهایی که بر اساس وزن اصلی رتبه‌بندی شده‌اند، سطح جبران و ریسک را کنترل کرد

[1] Multi criteria evaluation
[2] Analytical hierarchical process
[3] Risk
[4] Tradeoff
[5] Weighted linear combination
[6] Ordered weighted averaging

(Drobne & Lisec, 2009; Mokaram & Hojatti, 2016). به این ترتیب که در ابتدا، معیارها به صورت نزولی به صعودی رتبه‌بندی می‌شوند. با اختصاص وزن رتبه‌ای ۱، به معیار رتبهٔ اول (کم‌وزن‌ترین معیار) و صفر به سایر معیارها، نقشهٔ بدون جبران و ریسک معادل نقشهٔ بولین (AND) تهیه می‌شود. اما اگر وزن رتبه‌ای ۱، به معیار رتبهٔ آخر (معیار با بیشترین وزن) اعمال شود، نقشهٔ نهایی با بیشترین ریسک و بدون جبران تهیه می‌گردد. همچنین با تخصیص وزن رتبه‌ای مساوی بین معیارها، نقطهٔ تصمیم‌گیری با ریسک متوسط و بیشترین جبران به‌دست می‌آید (Jiang & Eastmann, 2000; Drobne & Lisec, 2009). شکل (۱) فضای تصمیم‌گیری و حالات ممکن ریسک و جبران را نشان می‌دهد.



شکل ۱. فضای تصمیم‌گیری با توجه به ریسک و جبران (Drobne & Lisec, 2009; Mosavi & Yazdani, 2014)

Mokarram و Hojjati (۲۰۱۶) در مطالعهٔ خود به منظور بررسی تأثیر سطوح ریسک بر روی نتایج تناسب اراضی برای کشاورزی از روش‌های WLC و میانگین رتبه‌ای وزنی OWA استفاده کردند. آن‌ها با مرور منابع و به روش دلفی، معیارهایی را شناسایی و وزن آن‌ها را با استفاده از روش AHP محاسبه کردند. سپس وزن‌های رتبه‌ای معیارها را در سطوح مختلف ریسک و جبران، محاسبه و نقشه‌های قابلیت اراضی را تهیه کردند.

Ghadimi و همکاران (۲۰۱۰)، برای مدل‌سازی حفاظتی معیارهایی مانند شیب، خاک، پوشش گیاهی، فرسایش، کاربری اراضی، معیارهای هیدرولوژی، گونه‌های نادر، پراکنش حیات وحش را مورد بررسی قرار دادند و وزن آن‌ها را با استفاده از روش AHP محاسبه کردند.

Hajjehforoshnia و همکاران (۲۰۱۱)، با استفاده از روش‌های ارزیابی چند متغییره برای مدل‌سازی حفاظت در پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو از معیارهای زیستگاه، پوشش گیاهی، خاک، فاصله از جاده، فاصله از مناطق امن، فاصله از مناطق مسکونی و پارامترهای داخلی منطقهٔ مورد مطالعه استفاده کردند. آن‌ها در نهایت با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) معیارها را با یکدیگر ترکیب کردند.

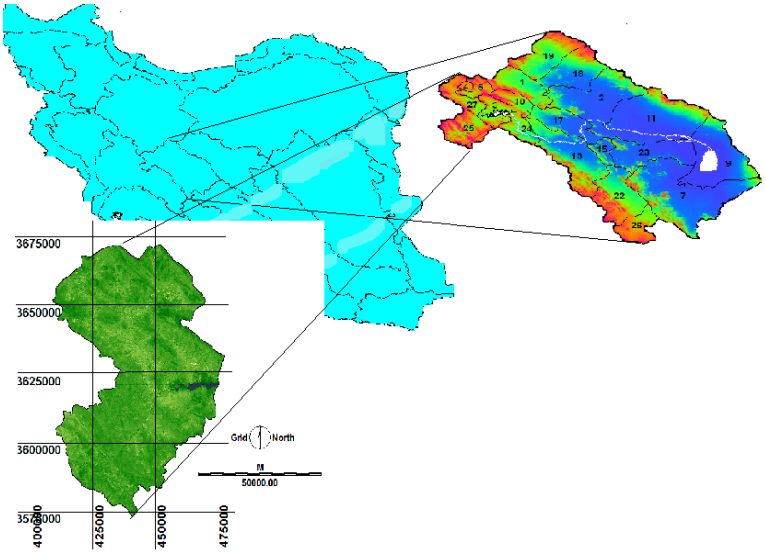
هدف از این مطالعه، علاوه بر مقایسهٔ نتایج روش‌های ارزیابی چند معیاره، تهیهٔ مدل بومی برای ارزیابی قابلیت حفاظت اراضی زیر حوضهٔ پلاسجان به روش WLC و OWA با سطح جبران متفاوت معیارها و شناسایی مناطق با قابلیت حفاظت است.

۲. مواد و روش‌ها

۱،۲. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مطالعه، زیرحوضهٔ آبخیز پلاسجان، در سرآب و قسمت غربی حوضهٔ آبی گاوخونی با وسعت تقریبی ۴۱۲۰۰۰ هکتار بوده و بیشترین سهم در آوردهای آبی رودخانهٔ زاینده رود را دارا است. کشاورزی و دامداری از

مشاغل اصلی مردم این مناطق به‌شمار می‌رود. به دلیل وجود مناطق بکر و دست نخورده، زیرحوضهٔ پلاسجان دارای توان بالایی برای حفاظت بوده و مناطق شکار ممنوع سه تبله، قسمتی از منطقهٔ حفاظت شدهٔ دالانکوه و منطقهٔ قرق لاله واژگون، در این منطقه قرار دارند. با این وجود توسعه‌های بدون توجه به توان سرزمین، می‌تواند از ارزش‌های حفاظتی این ناحیه بکاهد. شکل شمارهٔ ۲، موقعیت زیر حوضه‌های حوضهٔ زاینده رود و زیر حوضهٔ پلاسجان را نشان می‌دهد.



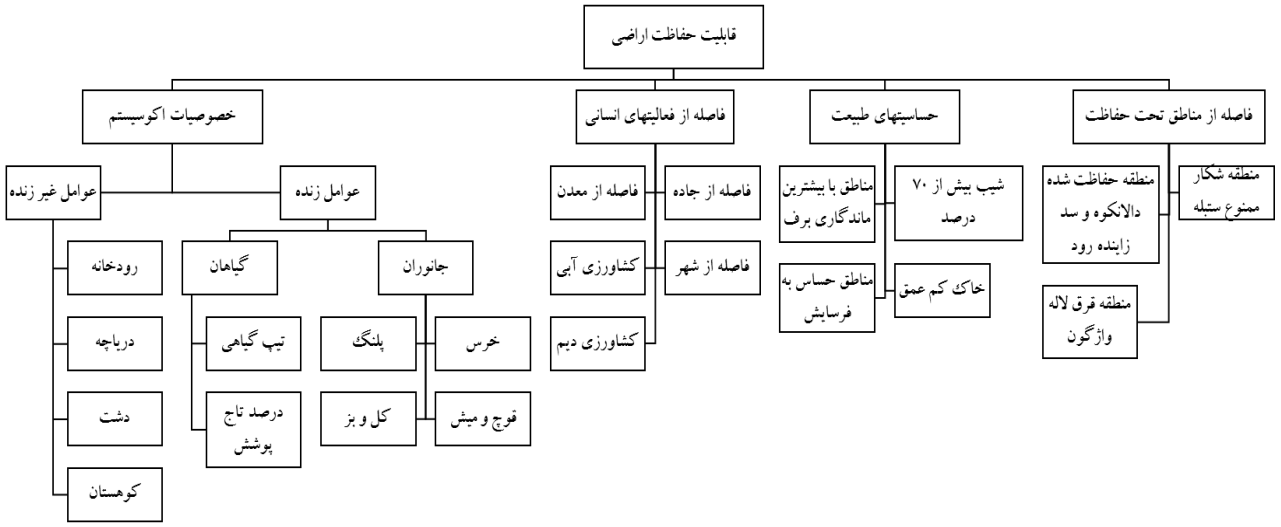
شکل ۲. محدودهٔ مطالعه در غرب حوضهٔ گاوخونی

۲،۲. داده‌های مورد استفاده

برای تهیهٔ نقشهٔ قابلیت اراضی برای کاربری حفاظت با انجام مرور منابع، تهیهٔ ۱۸ پرسشنامه و با استفاده از نظرات اساتید و کارشناسان دانشگاهی، کارشناسان ادارات کل محیط زیست استان اصفهان و چهارمحال‌وبختیاری به روش دلفی، معیارهای مورد نیاز شناسایی و سلسله مراتب مطالعه در سطوح هدف اصلی، معیارها، زیر معیار، شاخص و زیر شاخص‌ها، تهیه گردید. شکل ۳، سلسله مراتب این مطالعه را نشان می‌دهد. در این تحقیق از داده‌های سنجندهٔ OLI، ماهوارهٔ لندست ۸، نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ استفاده شد.

۳،۲. نمونه‌برداری میدانی

برای تهیهٔ نقشهٔ دقیق قابلیت اراضی و بررسی صحت نقشهٔ معیارهای تهیه شده، تکمیل داده‌های ناقص و تصحیح خطاهای موجود، به منطقهٔ مورد مطالعه مراجعه شد. به منظور ایجاد حداکثر ارتباط بین داده های ماهواره‌ای و نتایج مطالعات میدانی، بازدید از منطقه در زمان گذر سنجنده OLI انجام گردید. با توجه به فنولوژی گیاهان مرتعی و کشاورزی، بازدیدهای میدانی در دو ماه خرداد و شهریور انجام و محل‌های نمونه‌برداری از کاربری و پوشش‌های اراضی با استفاده از GPS ثبت گردید. برای تکمیل اطلاعات پراکنش جانوران مهم منطقه، علاوه بر کارشناسان ادارات کل محیط زیست استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری، از ساکنین روستاها و چوپانان در مورد مشاهدهٔ گونه‌های مهم زیستا در منطقه (پلنگ، خرس قهوه‌ای، قوچ و میش و کل و بز) سوالاتی پرسیده شد.



شکل ۳. سلسله مراتب انجام مطالعه

۴،۲. پیش پردازش داده‌ها

قبل از انجام پردازش نهایی داده‌ها در ابتدا تصحیحات لازم بر روی آن‌ها انجام گردید. تصحیح اتمسفریک و رادیومتریک بر روی تصاویر ماهواره‌ای انجام شد. دقت زمین مرجع شدن داده‌های مورد استفاده کنترل و آنهایی که نیاز به تصحیح داشتند با استفاده از ۲۵ نقطهٔ کنترل زمینی تصحیح شدند. با توجه به قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر باندهای مورد استفاده ۱ تا ۸ سنجنده OLI که برابر ۳۰، متر بود، در محیط نرم افزار Arc-GIS اندازهٔ پیکسل تمامی معیارها به ۳۰ متر تغییر داده شد.

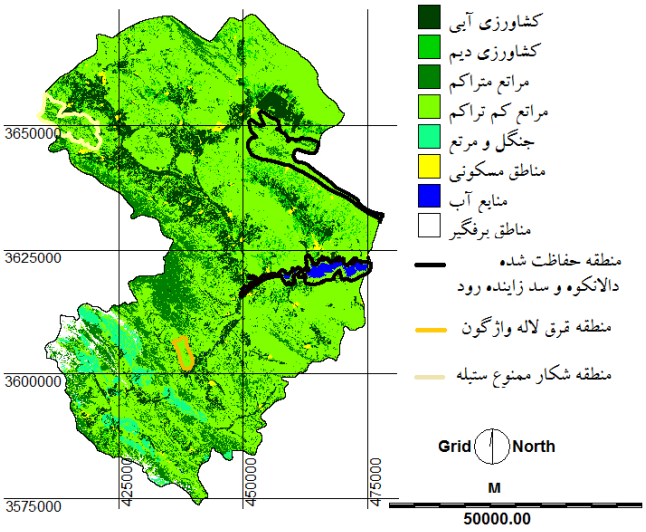
۵،۲. تهیهٔ نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی به روز منطقه

برای تهیهٔ نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی با استفاده از نمونه‌برداری انجام گرفته از منطقه، تصاویر سنجندهٔ OLI به روش ترکیبی[1] (Mallupattu و همکاران، ۲۰۱۳) طبقه‌بندی و نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی در ۸ طبقه تهیه شد. مرز مناطق تحت حفاظت به نقشهٔ اصلی منطقه اضافه گردید. از آنجایی که بسیاری از اراضی کشاورزی، حداقل در یک نیم سال کشاورزی به صورت آیش بودند، لذا مراحل ذکر شده برای تصویر سنجندهٔ OLI برای اواسط شهریور ماه نیز انجام و نتایج به‌دست آمده از تصویر خرداد و شهریور با یکدیگر جمع و نقشهٔ نهایی کاربری و پوشش اراضی برای سال کشاورزی ۱۳۹۴-۹۵ تهیه شد. برای بررسی دقت، نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی تهیه شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، به منطقه مراجعه و کاربری و پوشش اراضی در ۹۵ محل تعیین گردید. دقت نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی، با استفاده از شاخص‌های کاپا ۰/۸۸ صحت کلی ۹۲ درصد محاسبه گردید. شکل ۴، نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی منطقه در سال ۱۳۹۴ را نشان می‌دهد.

۶،۲. استاندارد سازی داده‌ها

برای هم‌مقیاس و استاندارد کردن معیارهای مورد استفاده، تمامی آن‌ها به حالت فازی بین صفر تا ۲۵۵ تبدیل و با توجه به نقش هر لایه در مدل، با مرور منابع و نظر کارشناسان نوع تابع فازی مورد نظر برای آن تعیین گردید (جدول ۱). همچنین محدودیت‌های مورد استفاده به روش بولین استاندارد شدند.

[1] Hybrid



شکل ۴. نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی زیر حوضهٔ پلاسجان، سال ۱۳۹۴

۷،۲. محاسبهٔ اوزان لایه‌ها

برای محاسبهٔ وزن لایه‌ها به روش AHP و از نتایج مقایسات زوجی انجام شده توسط کارشناسان و خبرگان استفاده شد. به این منظور با توجه به نمودار سلسله مراتبی ترسیم شده برای مطالعه، معیارها، زیر معیارها، شاخص‌ها و زیر شاخص‌های مورد استفاده به صورت دو به دو با یکدیگر مقایسه شدند و وزن نهایی لایه‌ها در محیط نرم‌افزار Expert choice محاسبه گردید (جدول ۱). در این روش، دقت تکمیل پرسشنامه با محاسبهٔ ضریب سازگاری محاسبه و پرسشنامه‌هایی که دارای خطای بیش از ۰/۱ بودند، ضمن توضیح، جهت اصلاح به مصاحبه شونده برگشت داده شد.

۸،۲. ترکیب لایه‌ها با استفاده از روش WLC

با توجه به نمودار سلسله مراتبی مطالعه، معیارها از پایین‌ترین شاخه‌ها و به صورت شاخه به شاخه، با اعمال وزن‌های محاسبه شده با یکدیگر ترکیب گردیدند. در این مرحله محدودیت‌های تعیین شده برای حفاظت به صورت بولین، شامل فاصلهٔ دو کیلومتری از شهرها، فاصلهٔ یک کیلومتری از معادن و ۵۰۰ متری از اراضی کشاورزی آبی، بر روی نقشه‌ها اعمال شدند. در نهایت معیارهای اصلی با یکدیگر ترکیب و نقشهٔ نهایی قابلیت اراضی برای کاربری حفاظت تهیه شد. نقشهٔ قابلیت حفاظت تهیه شده به ۵ طبقهٔ اولویت حفاظتی تقسیم گردید.

۹،۲. ترکیب لایه‌ها با استفاده از روش OWA

در این روش وزن‌های رتبه‌ای بر روی معیارها اعمال گردید. لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده به صورت صعودی و بر اساس وزن اولیه مرتب و جهت تهیهٔ نقشهٔ قابلیت اراضی برای حفاظت با ریسک و جبران متوسط، اوزان رتبه‌ای معیارها بر اساس معادلهٔ ۱، محاسبه و اعمال گردید.

$$Wi = (1/n)^{\alpha}$$ معادلهٔ ۱

α = سطح ریسک α=۰/۵

هچنین محدودیت‌ها مانند روش WLC وارد مدل شدند. نقشهٔ نهایی قابلیت اراضی در این روش نیز با توجه به دامنهٔ تخصیص داده شده به نقشه، به ۵ قسمت تقسیم شد.

در نقشه‌های قابلیت حفاظت، به دلیل اعمال مدیریت صحیح، مناطق با کمتر از ۱۰۰۰ هکتار حذف و به طبقات مجاور بزرگتر قابلیت اراضی داده شدند (Majnonian, 2002).

دقت مدل‌های تهیه شده با مقایسهٔ ۲۵ پلی‌گون از نتایج مدل‌های نهایی قابلیت حفاظت اراضی با معیارهای اصلی مطالعه (معیارهای اکوسیستم، حساسیت‌های طبیعیت، فاصله از مناطق تحت حفاظت و فاصله از فعالیت‌های انسانی) بررسی شد.

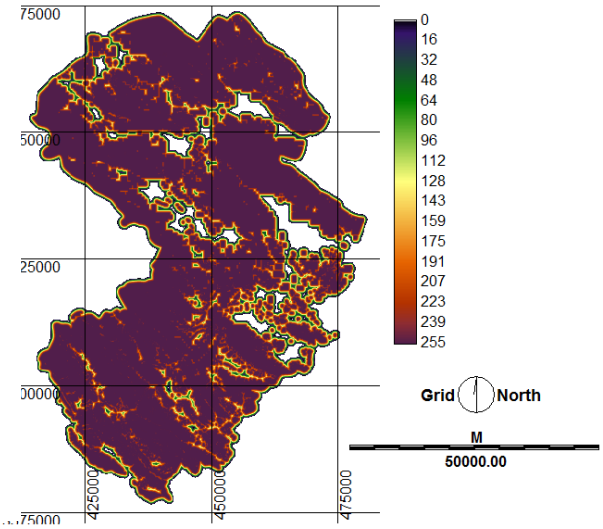
۳. نتایج

وزن معیارها به روش AHP محاسبه و در هنگام محاسبهٔ اوزان، ضریب سازگاری برای هر پرسشنامه محاسبه گردید. جدول شماره ۱، اوزان محاسبه شده و توابع فازی مورد استفاده را نشان می‌دهد.

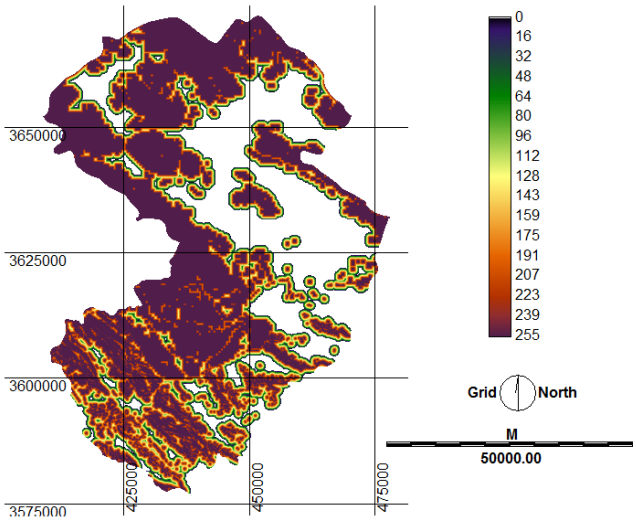
جدول ۱. اوزان محاسبه شده و توابع فازی مورد استفاده برای استاندارد سازی

	وزن معیارها	زیر معیار	وزن زیر معیارها	شاخص‌ها	وزن شاخص‌ها	زیر شاخص	وزن زیر شاخص	نوع تابع فازی
خصوصیات اکوسیستم	۰/۳۳	عوامل زنده	۰/۵۵	خصوصیات گیاهان	۰/۴۱	تیپ گیاهی	۰/۶۷	تعریف شده توسط کاربر
						درصد تاج پوشش	۰/۳۳	
				پراکنش جانوران	۰/۵۹	پلنگ	۰/۲۷	کاهنده-سیگموئید
						خرس	۰/۳۲	
						قوچ و میش	۰/۲۱	
						کل و بز	۰/۲	
		عوامل غیر زنده	۰/۴۵	رودخانه	۰/۳۳			کاهنده-سیگموئید
				دریاچه	۰/۲۹			کاهنده-سیگموئید
				دشت	۰/۱۳			تعریف شده توسط کاربر
				کوهستان	۰/۲۵			تعریف شده توسط کاربر
فاصله از فعالیت‌های انسانی	۰/۱۶	معدن	۰/۲۱					افزاینده-سیگموئید
		جاده	۰/۱۴					افزاینده-سیگموئید
		شهر	۰/۲۳					افزاینده-سیگموئید
		کشاورزی آبی	۰/۱۲					افزاینده-سیگموئید
		کشاورزی دیم	۰،۱					افزاینده-سیگموئید
حساسیت-های طبیعت	۰/۳۱	شیب بیش از ۷۰ درصد	۰/۳۸					تعریف شده توسط کاربر
		فرسایش خاک	۰/۳۲					تعریف شده توسط کاربر
		خاک کم عمق	۰/۱					تعریف شده توسط کاربر
		مناطق برفگیر	۰/۲					نزولی- سیگموئید
مناطق تحت حفاظت	۰/۲	منطقهٔ حفاظت شدهٔ دالانکوه و سد زاینده رود	۰/۴					نزولی- سیگموئید
		منطقهٔ شکار ممنوع شیدا	۰/۲۷					نزولی- سیگموئید
		منطقهٔ قرق لاله واژگون	۰/۳۳					نزولی- سیگموئید

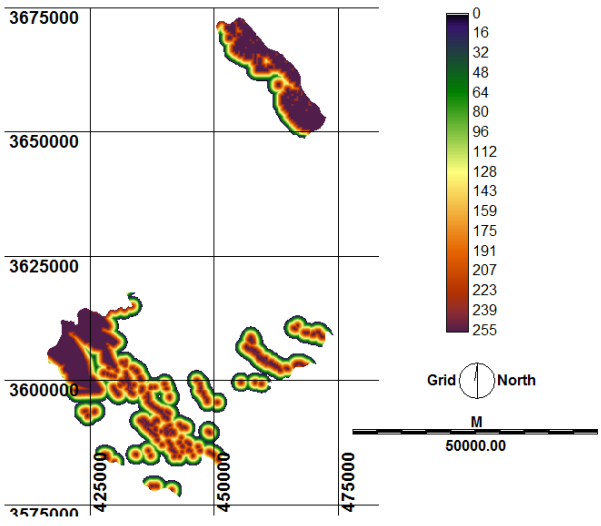
برای تهیهٔ نقشهٔ قابلیت اراضی برای حفاظت، معیارها به روش فازی و محدودیت‌ها به روش بولین استاندارد شدند. شکل‌های شمارهٔ ۵ تا ۸، نقشهٔ فازی شدهٔ زیر شاخص‌های شاخص زیستگاه گونه‌های[1] چتر منطقه (پلنگ، خرس، قوچ و میش و کل وبز) را نشان می‌دهد. در این نقشه‌ها، مناطق با ارزش نزدیک به ۲۵۵، دارای بیشترین قابلیت برای حفاظت هستند.



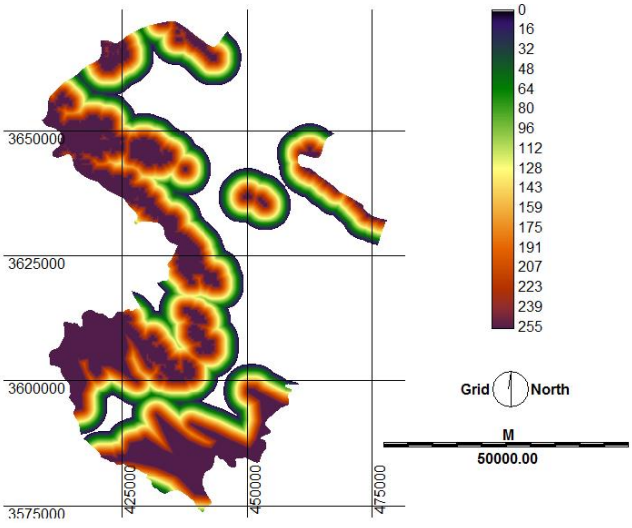
شکل ۵. نقشهٔ فازی پراکنش پلنگ



شکل ۶. نقشهٔ فازی پراکنش خرس قهوه‌ای



شکل ۷. نقشهٔ فازی پراکنش قوچ و میش

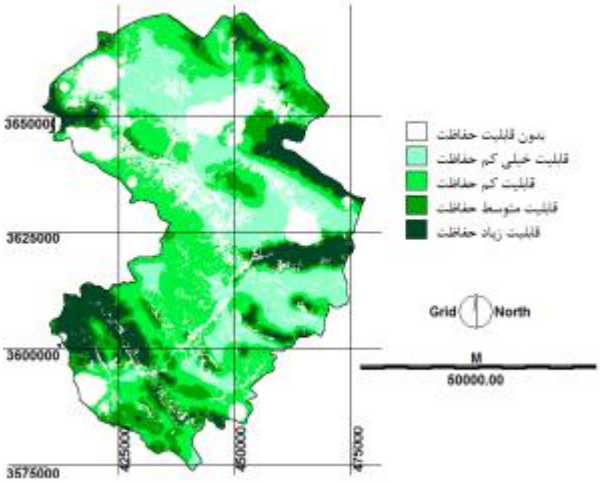


شکل ۸. نقشهٔ فازی پراکنش کل و بز[1]

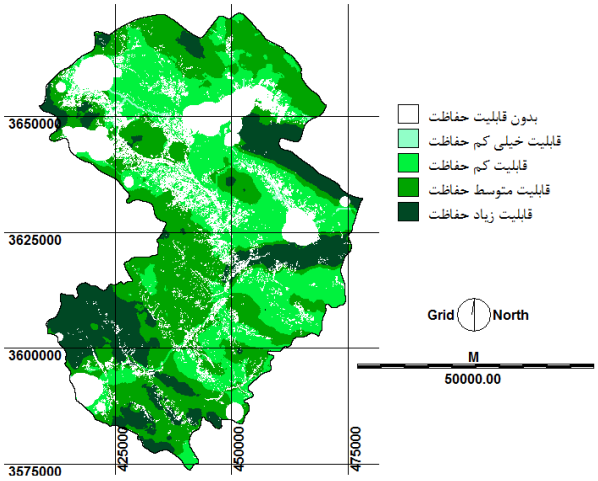
[1] Umbrella pieces

پس از تعیین اوزان و استانداردسازی، معیارها وارد مدل‌های WLC و OWA و نقشه‌های قابلیت اراضی در ۵ طبقه، بدون قابلیت، با قابلیت خیلی کم، قابلیت کم، قابلیت متوسط و قابلیت زیاد تهیه شدند. شکل شمارهٔ ۹ و ۱۰، به ترتیب نقشهٔ طبقه‌بندی شدهٔ مدل‌های WLC و OWA و جدول شمارهٔ ۲، مساحت هر یک از طبقات اراضی به هر دو روش WLC و OWA را نشان می‌دهد.

نقشه‌های قابلیت اراضی با استفاده از معیارهای اصلی مورد استفاده در این تحقیق، کنترل و دقت کلی در روش WLC برابر ۰/۷ و برای روش OWA، ۰/۸۴ محاسبه گردید.



شکل ۹. نقشهٔ قابلیت حفاظت با استفاده از روش WLC



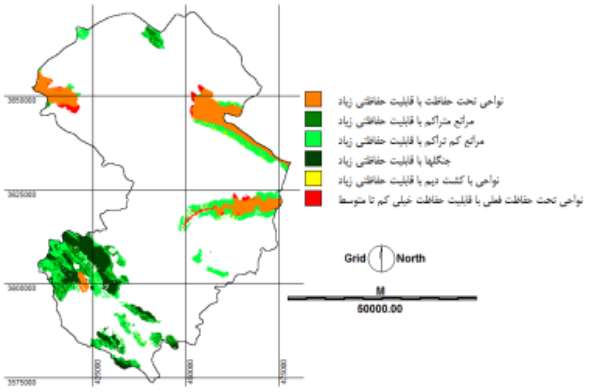
شکل ۱۰. نقشهٔ قابلیت حفاظت با استفاده از روش OWA

جدول ۲. مساحت طبقات قابلیت حفاظت اراضی بر حسب هکتار

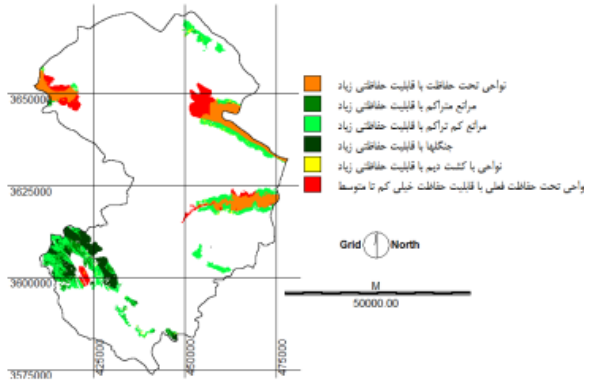
ردیف	طبقهٔ قابلیت	روش OWA	درصد	روش WLC	درصد
۱	بدون قابلیت	۸۲۹۱۲	۲۰/۰۸	۸۲۹۱۲	۲۰/۰۸
۲	قابلیت خیلی کم	۸۹۲۶۵	۲۱/۶۱	۲۱۱۳	۰/۵۱
۳	قابلیت کم	۱۳۵۶۹۸	۳۲/۸۶	۱۱۹۸۷۵	۲۹/۰۱
۴	قابلیت متوسط	۵۴۳۳۹	۱۳/۱۶	۱۳۹۹۷۶	۳۳/۹
۵	قابلیت زیاد	۵۰۷۶۰	۱۲/۲۶	۶۸۱۰۰	۱۶/۵

جدول ۳، نتایج روی‌هم‌اندازی نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی با نقشهٔ قابلیت اراضی برای روش‌های WLC و OWA را نشان می‌دهد. شکل‌های شماره ۱۱ و ۱۲ به ترتیب چگونگی تبدیل احتمالی کاربری و پوشش‌های اراضی با توان حفاظتی زیاد به ترتیب در مدل های WLC و OWA، به مناطق تحت حفاظت و نواحی از مناطق تحت حفاظت که با توجه به شرایط کنونی منطقه در طبقات ۱ تا ۴ قابلیت حفاظت قرار دارند را نشان می‌دهد.

در جدول ۳، عناصر هر ردیف نشان دهندهٔ چگونگی تشکیل یک طبقهٔ قابلیت حفاظت از طبقات مختلف نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای و عناصر ستون، نشان دهندهٔ مساحت طبقات مختلف قابلیت حفاظت هر طبقه از نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی است.



شکل ۱۱. نقشهٔ روی‌هم‌اندازی طبقات ۱ و ۲ قابلیت و کاربری اراضی



شکل ۱۲. نقشهٔ روی‌هم‌اندازی طبقات ۱ و ۲ قابلیت و کاربری اراضی

جدول ۳. مساحت نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی و نتایج روی‌هم‌اندازی آن بر روی نقشه‌های قابلیت حفاظت اراضی بر حسب هکتار

	مناطق تحت حفاظت فعلی	مراتع متراکم	مراتع کم تراکم	جنگل‌ها	کشاورزی آبی	کشاورزی دیم	شهر	معادن
مساحت طبقات کاربری و پوشش اراضی سال ۱۳۹۴	۲۳۱۱۲	۴۵۴۳۲	۲۴۳۱۰۷	۱۶۸۸۱	۵۵۹۱۴	۲۴۸۵۳	۳۳۲۸	۳۸۲
مساحت بدون قابلیت (WLC)	۲۲۴۱	۲۱۷۳	۱۵۴۰۴	۱۱۸۴	۵۵۸۵۰	۲۳۹۳	۳۳۲۰	۳۴۶
مساحت بدون قابلیت(OWA)	۲۲۴۱	۲۱۷۳	۱۵۴۰۷	۱۱۸۴	۵۵۹۱۲	۲۳۹۳	۳۳۲۸	۳۴۶
مساحت قابلیت خیلی کم(WLC)	۰	۷	۱۶۳۸	۰	۰	۴۶۷	۰	۰
مساحت قابلیت خیلی کم(OWA)	۳۶	۳۹۴۳	۷۵۰۲۱	۰	۰	۱۰۲۲۸	۰	۰
مساحت قابلیت کم(WLC)	۴۶	۶۶۲۴	۹۸۸۹۷	۳۶۰	۰	۱۳۹۵۸	۰	۰
مساحت قابلیت کم(OWA)	۱۴۵۵	۲۵۳۴۵	۹۶۴۱۵	۳۴۱۵	۰	۹۰۲۹	۰	۰
مساحت قابلیت متوسط(WLC)	۳۷۵۴	۲۶۱۲۵	۱۰۰۲۵۵	۳۰۳۰	۰	۶۸۰۷	۰	۰
مساحت قابلیت متوسط(OWA)	۵۲۱۰	۸۷۹۸	۳۳۹۶۴	۴۲۸۷	۰	۲۰۷۹	۰	۰
مساحت قابلیت زیاد(WLC)	۱۷۰۷۲	۱۰۵۰۳	۲۶۹۸۹	۱۲۳۰۸	۰	۱۲۲۸	۰	۰
مساحت قابلیت زیاد(OWA)	۱۴۱۶۹	۵۱۷۴	۲۲۲۹۹	۷۹۹۵	۰	۱۱۲۴	۰	۰

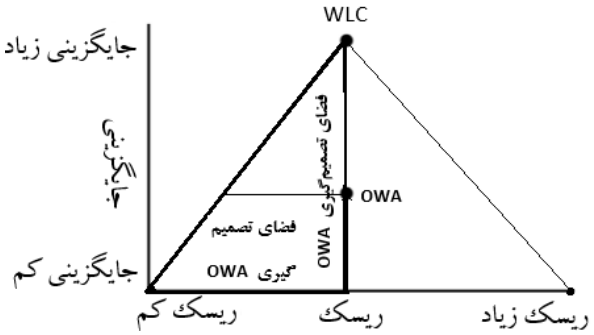
۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه با توجه به کارکرد و نقش زیر حوضهٔ پلاسجان در تأمین آب حوضهٔ گاوخونی و نیز، حمایت از تنوع زیستی، حفاظت در ابعاد مختلف شامل حفاظت از منابع آب، حفاظت از خاک و تنوع زیستی تعریف و معیارهای مختلف انتخاب شدند. مناطق تحت تأثیر فعالیت‌های انسان برای جلوگیری از ایجاد تداخل در اهداف حفاظت و همچنین استفاده‌های انسان از سرزمین مورد توجه قرار گرفتند. در این مدل، با توجه به نقش منطقه در تأمین آب حوضهٔ گاو خونی، نقشهٔ مناطق برفگیر نیز وارد مدل حفاظت گردید. Mirghaed و همکاران (۲۰۱۴)، Asadollahi و همکاران (۲۰۱۳)، Farashi و Shariatic (۲۰۱۳)، Hajehforooshnia و همکاران (۲۰۱۱)، Najimizadeh و Yavari (۲۰۱۳) در

مطالعات خود به منظور زون‌بندی مناطق تحت حفاظت از معیارهای مشابه این مطالعه و متناسب با مناطق مطالعهٔ خود، استفاده کردند.

وزن یک فاکتور، علاوه بر اهمیت نسبی هر یک از معیارها، نشان‌دهندهٔ قابلیت جبران آن توسط معیارهای دیگر است (Malcezewski, 2006). در روش‌های با جبران زیاد مانند (WLC)، از حداکثر ظرفیت یک معیار برای تخصیص یک کاربری استفاده می‌شود. در مدل OWA استفاده شده در این تحقیق، به دلیل سطح جبران و ریسک متوسط، نقشهٔ قابلیت حفاظت اراضی متناسب‌تر با شرایط سرزمین و واقع‌بینانه‌تر است. در حالی‌که نتایج به‌دست آمده با استفاده از روش WLC، آرمان گرایانه‌تر هستند. روش OWA یک روش با دامنهٔ حداقل تا حداکثر ریسک و جبران است. در واقعیت می‌توان چنین نتیجه گرفت که روش‌های بولین و روش WLC زیر مجموعه‌ای از روش OWA هستند (Hajehforooshnia et, al., 2011; Farashi and shariatic, 2013; Sánchez et al., 2013; Morshedi and Koravand, 2015; Farashi et al., 2016).

شکل ۱۳، فضای تصمیم‌گیری برای این مطالعه به صورت یک مثلث قائم الزاویه است. سمت چپ مثلث تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳. فضای تصمیم‌گیری مطالعهٔ حاضر

Mokaram و Hojatti (۲۰۱۶)، جهت تهیهٔ نقشهٔ حاصلخیزی خاک برای فعالیت‌های کشاورزی از روش OWA با سطوح مختلف جبران و ریسک استفاده کردند. آن‌ها این روش را مناسب برای کشاورزان با توانایی ریسک پذیری مختلف و با توجه به شرایط منطقه برای کشاورزی بیان کردند.

در بررسی دقت نقشهٔ قابلیت اراضی با استفاده از معیارهای اصلی، انتظار می‌رفت که طبقات قابلیت معیارهای اصلی در یک موقعیت مکانی، به نسبت مشابه طبقات قابلیت نقشهٔ نهایی قابلیت اراضی باشد. در نقشهٔ نهایی تهیه شده به روش WLC، به علت جبران بالا توسط سایر لایه‌ها مقدار اختصاص داده شده به نقشهٔ نهایی بیشتر از قابلیت معیار اصلی مورد استفاده بود. این اختلاف در معیارهای با وزن کمتر به دلیل تأثیر بیشتر جبران توسط معیارهای با وزن بیشتر، بزرگتر بود و با افزایش وزن معیارها میزان تطابق درجهٔ قابلیت معیار و درجهٔ نهایی نقشهٔ قابلیت اراضی بیشتر بود. نتایج مطالعه نشان داد در روش OWA در نقطهٔ میانی محاسبه شده در مثلث فضای تصمیم‌گیری، به دلیل ریسک و جبران متوسط، میزان تطابق معیارها با طبقات نقشهٔ نهایی قابلیت حفاظت اراضی بیشتر است (شکل ۱۳). بررسی جدول شماره ۲، نشان می‌دهد نقشهٔ قابلیت اراضی به روش OWA در مقایسه با روش WLC، در طبقات با قابلیت خیلی کم و کم، درصد بیشتری از منطقه و بالعکس در طبقات با قابلیت متوسط و زیاد، درصد کمتری از اراضی منطقهٔ مطالعه را اختصاص داده است.

در جدول شمارهٔ ۳، به دلیل اینکه عواملی مانند معادن، اراضی کشاورزی آبی و شهرها، به عنوان محدودیت و با منطق بولین بر روی نقشهٔ قابلیت اراضی اعمال شده بودند دارای مساحت یکسان می‌باشند. این جدول نشان دهندهٔ این است که مراتع کم تراکم، جنگل‌ها و مراتع پر تراکم، ۳ طبقهٔ اصلی تشکیل دهندهٔ مناطق حفاظت شدهٔ جدید و یا محل توسعهٔ مناطق حفاظت شدهٔ فعلی هستند. بر اساس جدول ۳ و شکل‌های شمارهٔ ۱۱ و ۱۲، همچنین برخی از قسمت‌های مناطق تحت حفاظت فعلی، فاقد قابلیت برای حفاظت هستند که به دلیل توسعهٔ مناطق شهری، معادن و یا اراضی با کشت آبی هستند. لذا ضروری است برای نیل به اهداف حفاظت، در خصوص رفع تعارضات حفاظتی، اقدامات اصلاحی را انجام داد. در این مطالعه با توجه به تأثیرگذاری کم اراضی با کشت دیم بر روی قابلیت حفاظت اراضی به دلیل حضور کمتر انسان و حتی در مواردی استفادهٔ وحوش از محصولات کشت شده، از آن‌ها به عنوان محدود کننده استفاده نشد. همچنین برای حفظ پیوستگی زیستگاه‌ها و مناطق تحت حفاظت، فاصله از مناطق تحت حفاظت نیز به عنوان یکی از معیارهای اصلی اعمال گردید.

نتایج این مطالعه نشان داد به دلیل ریسک و قابلیت جبران بالا در روش WLC، در مقایسه با روش OWA بخش بیشتری از مناطق تحت حفاظت فعلی در مناطق با قابلیت حفاظت زیاد قرار گرفته‌اند و از طرف دیگر قسمت‌های بیشتری از طبقات مختلف کاربری و پوشش اراضی مستعد تبدیل به مناطق تحت حفاظت جدید و یا توسعهٔ نواحی حفاظت شدهٔ فعلی هستند. اما با توجه به ریسک و جبران کمتر روش OWA مناطق بیشتری از مناطق تحت حفاظت فعلی در طبقات پایین‌تر قابلیت اراضی برای حفاظت قرار گرفته‌اند و همچنین مناطق کمتری از طبقات نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی قابلیت تبدیل به مناطق حفاظت شدهٔ جدید و یا توسعهٔ مناطق حفاظت شدهٔ فعلی دارند. با توجه به محدویت‌های منطقه و لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده و بر اساس دقت محاسبه شده، نتایج روش OWA صحیح‌تر و منطبق‌تر با واقعیت موجود در منطقه است، اما از طرف دیگر، با توجه به نقش مهم زیر حوضهٔ آبخیز پلاسجان در تأمین آب حوضهٔ گاو خونی و نیز حمایت از تنوع زیستی، لازم به نظر می‌رسد تا سطح بیشتری از منطقه جهت حفظ کارکرد اصلی منطقه مورد حفاظت قرار گیرد. از این جهت نیز، نتایج مدل WLC، می‌تواند مورد توجه جدی قرار گیرد.

References

Allah yari, F., Danehkar, A., Sharifipor, R., 2010. Determining conservation area using multi criteria spatial evaluation. Journal of environmental geology, 13 (4): 65-78 (in Persian)

Asadollahi, Z., Danehkar, A., Asadollahi, Z., 20 13. Choghakhor wetland conservation zoning using multi criteria evaluation. Journal of wetland eco-biology, 13 (4): 55-63(in Persian)

Drobne, S and Lisec, A., 2009. Multi-attribute Decision Analysis in GIS: Weighted Linear Combination and Ordered Weighted Averaging. Informatica, 33: 459–474.

Farashi, A., Naderi, M and Parvin, N., 2016. Identifying a preservation zone using multi criteria decision analysis. Animal biodiversity and conservation, 39:29-36.

Farashi, A., Shariati, M., 2013. Kolah ghazi national park zonation using multi criteria evaluation, Journal of natural environment, 57: 75-84(in Persian).

Ghadimi, M., Hoseini, S.M., Porghasemi, H.R., Moradi, H.R., 2010. Protection modeling of Manesht AND Ghalarang protection areas using Fuzzy logic. Environmental science, 8 (1): 85-106.

Hajehforooshnia, s., Soffianian, A., Mahiny, S. and Fakheran, S., 2011. Multi objective land allocation (MOLA) for zoning Ghamishloo wildlife sanctuary in Iran, journal for natural conservation, 16: 254-262.

Jiang H. and J. R. Eastman (2000). Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS. International Journal of Geographical Information Systems, 14 (2): 173–184.

Majnonian, H., 2002. Enforceable provision management project for conservation area, planning and management organization, p 105(in Persian)

Malcezewski, J., 2006. Ordered weighted averaging with Fuzzy quantifier GIS-based multi-criteria evaluation for land-use suitability analysis. International journal for applied earth observation and geoinformation, 8, 270-277

Mallupattu, P. K., Reddy, J. R. S., 2013. Analysis of Land Use/ Land cover changes using remote sensing data and GIS at an Urban Area, Tirupati, India. The Scientific World Journal, 13: 1-6.

Mirkatoli, J., Kanani, M.R., 2011. Urban development ecological capability using multi criteria decision making (MCDM) and GIS, case study: Sari town, Mazandaran province. Journal of human geography researcj quarterly, 77: 75-88 (in Persian)

Mirghaed, F.A., Sori, B., Pirbavaghar., M., 2014. Using Fuzzy simple additive weight (FSAW) for land evaluation in order to determining area with conservation capability in parcel A, Gheshlagh dam basin. Journal of environmental science and technology, 16: 273-280 (in Persian)

Mokaram, M and Hojatti, M., 2016. Using ordered weighted averaging (OWA) for multicriteria soil fertility evaluation by GIS (Case study: Southeast of Iran). Solid Earth Discuss., doi:10.5194/se

Morshedi, J., Koravand, A., 2015. Suitable lands site selection for amygdalus scoparia implant using Gis technology and AHP method in Mordghafar watershed Izae township. Journal of wetland eco-biology, 7 (26): 69-86(in Persian)

Mosavi, M., Yazdani, C.R., 2014. Land use suitability analysis using AHP-OWA for Tabriz city, Journal of geography and urban planning resource, 3 (3): 361-381(in Persian)

Najmi zadeh, S., Yavari., 2005. Environmental capability evaluation for Khebr national park zoning and planning using GIS. Journal of environmental studies, 38: 58-47. (in Persian)

Parhizkar, A., Ghaffari, A., 2011. GIS and multi criteria decision analysis. Samt press, 11p (in Persian)

Sánchez-Lozano, J,M., Teruel-Solano, J., Soto-Elvira, P.L. and García-Cascales, M.S., 2013. Geographical Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain, RenewableandSustainableEnergyReviews, (24): 544–55.