توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی (SDSS) با رویکردی آمایشی در تحلیل تناسب اراضی

مرتضی امیدی‌پور[1*]، نجمه نیسانی سامانی[2]، آرا تومانیان[3]، حسنعلی فرجی سبکبار[4]

۱- دانشجوی دکتری سنجش‌ازدور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه سنجش‌ازدور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳- استادیار گروه سنجش‌ازدور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۴- دانشیار گروه جغرافیای انسانی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دریافت: ۲۷/ ۰۹/ ۱۳۹۶ پذیرش: ۲۴/ ۰۳/ ۱۳۹۷

چکیده

تحلیل تناسب اراضی، با توجه به ظرفیت‌ها و درنظرگرفتن ملاحظات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی از مهم‌ترین مباحث جغرافیایی در برنامه‌های آمایش سرزمین است. نبود دیدگاهی یکپارچه و عدم قطعیت موجود در این مسائل موجب شده که تحلیل تناسب اراضی با تعارض‌هایی ذاتی همراه باشد. در حال حاضر تحلیل تناسب اراضی در برنامه‌های آمایش بدون درنظرگرفتن تعارضات حاکم بر جریان مدل‌سازی تحلیل اراضی صورت می‌گیرد. هدف پژوهش حاضر، توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی (SDSS) متناسب با نیاز برنامه‌های آمایشی، برمبنای مدل لوسیس (LUCIS) است. پژوهش حاضر، بر سه نوع عمده کاربری اراضی یعنی شهری، کشاورزی و منابع طبیعی با دیدگاهی یکپارچه متمرکز می‌شود. در سامانه طراحی‌شده، تقاضا و ملاحظات مربوط به ذی‌نفعان، با توسعه و به‌کارگیری یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی (SDSS) عملیاتی شده است. در این راستا از تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDA)، در کنار قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بهره گرفته شد. دست‌آورد تحقیق سیستمی مکانی متناسب با نظریات تصمیم‌گیرندگان است که تحلیل تناسب اراضی را با درنظرگرفتن تعارضات موجود مدل‌سازی می‌کند.

واژگان کلیدی: سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی، تناسب اراضی، کهگیلویه و بویراحمد، مدل لوسیس.

---

* نویسنده مسئول: Omidipoor@ut.ac.ir

مقاله حاضر از پایانامه کارشناسی‌ارشد نویسنده مسئول، استخراج شده است.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

۱- مقدمه

به‌منظور ایجاد تعادل بین انسان، فعالیت و فضا انواع برنامه‌های آمایشی تدوین می‌شوند (مخدوم، ۱۳۸۹: ۲۸) که در آن‌ها استفاده بهینه و مطلوب از اراضی برای اهداف مختلف مورد تأکید است. هدف اصلی در این برنامه‌ها، بررسی چگونگی تقسیم و تخصیص زمین به انواع عملکردهاست (چاخر و موسیو، ۲۰۰۸: ۱۱۴)؛ بنابراین می‌توان برنامه‌ریزی کاربری زمین را نوعی برنامه آمایش دانست که می‌تواند در سطوح محلی، منطقه‌ای و در سطح ملی اجرا شود.

فعالیت‌های مختلف انسانی در زمین و الزامات اکولوژیکی، موجب می‌شود تا هر منطقه برای عملکردی خاص توسعه پیدا کند. در این‌صورت، نیاز است تا مناطق گوناگون را برای هر نوع توسعه اولویت‌بندی کرد (داداش پور و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۳)؛ بنابراین ارزیابی تناسب سرزمین برای استفاده از اراضی از اصلی‌ترین مقولاتی است که برنامه‌ریزان با آن روبرو هستند (کولینز و همکاران، ۲۰۰۱؛ جورین و همکاران، ۲۰۰۱؛ مالچوسکی، ۲۰۰۴). می‌توان گفت که ارزیابی تناسب زمین، ابزاری برای طراحی و پیش‌بینی الگوی بهینه استفاده از کاربری زمین است که سعی دارد مناقشات و کشمکش‌های زیست‌محیطی را به حداقل برساند. چنانچه ارزیابی تناسب یا استعداد زمین به‌صورت یک مسئله تصمیم‌گیری با فاکتورها و معیارهای چندگانه با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یکپارچه شود، الگویی را برای برنامه‌ریزی کاربری زمین مهیا می‌کند که مناقشات را به حداقل رسانده و نظرات دست‌اندرکاران را تا حد زیادی لحاظ می‌کند (امیدی‌پور، ۱۳۹۴: ۳).

در فرایند برنامه‌ریزی کاربری زمین همواره معیارهای متعدد و غالباً متعارض وجود داشته است (کار و ژوئیک، ۲۰۰۷)؛ همچنین تصمیم‌گیری در رابطه با کاربری زمین عمدتاً برمبنای تعامل میان فرد و یا گروه تصمیم‌گیرنده، همچنین براساس تحلیل‌های مکانی صورت می‌گیرد (جلوخوانی نیارکی و مالچوسکی، ۲۰۱۵؛ جلوخوانی نیارکی و همکاران، ۲۰۱۸؛ مالچوسکی، ۲۰۰۴). ازاین‌رو سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی، می‌توانند به‌عنوان ابزاری توانمند جهت مواجهه با چنین مسائلی مورداستفاده قرار گیرند (گودچایلد و جانل، ۲۰۰۴؛ جلوخوانی نیارکی و مالچوسکی، ۲۰۱۵؛ ساگاماران و دگروت، ۲۰۱۰).

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

۲- بیان مسئله

برنامه‌ریزی کاربری زمین، به‌مثابه محصول نهایی فرایند برنامه‌ریزی فضایی[۱]، به‌دنبال ارائه الگوی مطلوب زمین و تعیین اولویت‌های توسعه با توجه به ظرفیت‌هاست. این فرایند به دلیل عدم قطعیت شرایط و ویژگی‌های منطقه‌ای، با تعارض‌هایی ذاتی همراه است (داداش‌پور و همکاران، ۱۳۹۲: ص ۳۷). پرداختن به مسئله ناسازگاری کاربری اراضی از مهم‌ترین دغدغه‌های برنامه‌ریزان کاربری اراضی است. از سوی دیگر برنامه‌ریزان همواره با نوعی چالش تصمیم‌گیری درباره نحوه مداخله و اختصاص زمین به نوع خاصی از فعالیت مواجه‌اند.

استان کهگیلویه و بویراحمد باوجود دارابودن منابع ارزشمندی همچون نفت، گاز، شرایط طبیعی، اقلیمی و جاذبه‌های گردشگری منحصربه‌فرد، از وضعیت توسعه اقتصادی و اجتماعی مطلوبی برخوردار نیست. توسعه اراضی در استان در طول زمان به‌طور سنتی و بدون طرح از پیش تعیین‌شده، براساس سلایق مالکین زمین صورت گرفته که این امر موجب نابسامانی‌هایی در ابعاد مختلف شده است (امیدی‌پور، ۱۳۹۴: ۹۷).

ازآنجاکه اولویت انتخاب زمین برای عملکردی خاص، با پیچیدگی‌های زیادی همراه است، برای حل این مسائل باید از ابزارها و تمهیدات ویژه‌ای بهره گرفته شود. سیستم‌های پشتیبان تصمیم مکانی (SDSS)[۲] در همین راستا و در جهت رفع این محدودیت‌ها توسعه یافته‌اند. افزایش حجم داده‌های مکانی، نیاز به تحلیل این داده‌ها، آشکارشدن برخی از محدودیت‌های سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)[۳] و توسعه سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS)[۴]، موجب توسعه چنین سیستم‌هایی شده است.

پژوهش حاضر در پی ارائه راه‌حلی برای افزایش کارایی تصمیم‌گیران در مبحث برنامه‌ریزی کاربری اراضی است. در این رابطه یک SDSS توسعه داده شده که برمبنای مدل لوسیس، مدل‌سازی کاربری اراضی را انجام خواهد داد؛ همچنین در این سامانه ابزارهایی برای پشتیبانی از تصمیمات ذی‌نفعان ارائه شده است.

۱- Spatial planning

۲- Spatial Decision Support Systems

۳- Geographic Information System (GIS)

۴- Decision Support Systems

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

۲- مبانی نظری

۲-۱- سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی (SDSS)

مفهوم SDSS به‌موازات توسعه DSS تکامل یافته است. درواقع SDSS همان DSS است به انضمام عنصر مکان. SDSS را می‌توان یک سیستم مبنی بر کامپیوتر تعریف کرد که در راستای پشتیبانی از کاربر یا گروهی از کاربران در حل یک مسئله تصمیم‌گیری مکانی نیمه‌ساختاریافته[۱] طراحی شده است است (چاکر و موسیو، ۲۰۰۸). ازنظر دنشام[۲] یک SDSS باید: ۱) سازوکارهایی برای ورود داده‌های مکانی فراهم آورد، ۲) امکان نمایش داده‌های مکانی را فراهم سازد، ۳) دارای قابلیت‌های تحلیلی برای مدل‌سازی مکانی باشد و ۴) از تصمیمات برنامه‌ریزان پشتیبانی کند. در مطالعه حاضر تلاش بر این بوده که هر چهار ویژگی ذکرشده، به‌صورت یکپارچه ایجاد گردد. مشخصات یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی در زیر ارائه شده است:

شکل ۱: مشخصات یک SDSS (ساگاماران و دگروت، ۲۰۱۰)

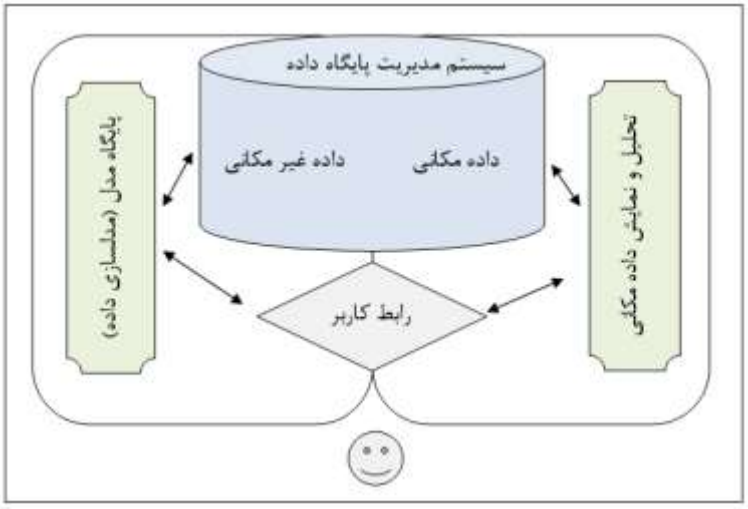
یک SDSS باید بتواند مسائل با ساختار ضعیف را حل کند، رابط کاربر مناسبی داشته باشد، انعطاف‌پذیر باشد و برای تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی ابزارهای مناسبی را در اختیار

۱- Semi Structured

۲- Densham

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

تصمیم‌گیرندگان قرار دهد. مؤلفه‌های یک SDSS شامل پایگاه داده، مدل‌های مکانی، واسط کاربر، ابزارهای گزارش‌دهی و بصری‌سازی، نرم‌افزارهای مختلف، پایگاه دانش و کاربر می‌باشد. البته باید به این نکته نیز اشاره داشت که در منابع علمی توافق نظر در رابطه با مؤلفه‌های اصلی SDSS وجود ندارد.



شکل ۲: مؤلفه‌های یک SDSS (امیدی‌پور، ۱۳۹۴: ۹۷)

مؤلفه‌های DSS به‌طور سنتی شامل، پایگاه داده، مدل و رابط کاربر است. همچنین پایگاه داده، رابط کاربر و قابلیت تولید، تحلیل و ارائه داده‌های مکانی نیز به‌عنوان مؤلفه‌های GIS می‌باشند.

ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره[۱] (MCDM) و قابلیت‌های تحلیلی GIS در تحلیل مکانی سبب شد تا محدودیت‌های روش‌های رایج MCDM در رابطه با تحلیل‌های مکانی رفع شود و این امر به‌نوبه خود سبب ایجاد MC-SDSSها شد (جلوخوانی نیارکی و مالچوسکی، ۲۰۱۵؛ مالچوسکی، ۲۰۰۴؛ مالچوسکی و رینر، ۲۰۱۶)[۲]. روش‌های (MC-SDSS) ازنظریه‌های تصمیم‌گیری اقتباس‌شده در این رابطه از GIS برای تحلیل‌های مکانی و از روش‌های MCDM برای درنظرگرفتن اولویت‌ها، وزن‌ها و نظرات ذی‌نفعان استفاده می‌شود. تحلیل تناسب اراضی و مکان‌یابی ازجمله مواردی‌اند که برای حل آن‌ها در بسیاری از موارد از MC-SDSS استفاده می‌شود. انگیزه اصلی برای ادغام GIS و MCDA نیاز برای افزودن قابلیت‌های GIS در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی است. در

۱- Multiple-criteria decision-making (MCDM)

۲- Multi-criteria Spatial Decision Support Systems

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

بنیادی‌ترین سطح MC-SDSS روندی است که داده‌های جغرافیایی (نقشه‌های ورودی) و اولویت‌های تصمیم‌گیرندگان (خبرگان یا عاملین) را به نقشه تصمیم (خروجی) تبدیل می‌کند. این روند شامل استفاده از داده‌های جغرافیایی، اولویت تصمیم‌گیرندگان و ادغام داده‌ها و اولویت‌ها براساس قوانین تصمیم است (مالچوسکی و رینر، ۲۰۱۶). دو روش AHP و TOPSIS ازجمله روش‌های پرکاربرد توسط محققین در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشند (پورطاهری، ۱۳۹۲؛ رکن‌الدین‌افتخاری و همکاران، ۱۳۹۲). در مقایسه با سایر روش‌ها، AHP (علی‌رغم نقاط ضعفی که دارد) به‌عنوان پرکاربردترین و مورداستفاده‌ترین روش در مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره شناخته می‌شود.

۲-۲- تحلیل تناسب اراضی با مدل لوسیس

تحلیل تناسب کاربری زمین[1] (LSA) روشی برای تخصیص مناسب‌ترین اراضی به بهترین کاربری‌ها براساس مجموعه‌ای از معیارها و اهداف تعیین‌شده است (کار و ژوئیک، ۲۰۰۷). به‌منظور بررسی میزان ارزش نوع خاصی از زمین، عوارض را در قالب مجموعه‌ای از لایه‌های رستری رتبه‌بندی می‌کنند. در ادامه هر یک از لایه‌های رستری، با توجه به رتبه و وزنی که به آن‌ها اختصاص داده شده، با سایر لایه‌ها ترکیب می‌شوند و درنهایت خروجی آن‌یک نقشه تناسب است که در آن مناطق با بیشترین و کمترین اولویت برای کاربردی خاص ارزش‌گذاری می‌شوند. روش کار در این نوع تحلیل آسان به نظر می‌رسد هرچند که عدم رعایت برخی نکات و ضوابط ممکن است موجب نتیجه‌گیری اشتباه شود. برای مثال مقیاس اندازه‌گیری (اسمی، ترتیبی، فاصله‌ای و نسبی) ازجمله ملاحظاتی است که باید در تحلیل تناسب اراضی مد نظر قرار گیرد. پیدایش سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) در پیشبرد روش‌های LSA نقشی کلیدی داشته است.

راهبرد تشخیص ناسازگاری کاربری زمین (LUCIS)[2]، مدلی هدف‌گراست که الگوهای آینده کاربری زمین و نیز تعارض‌های کاربری‌ها را نشان می‌دهد (کار و ژوئیک، ۲۰۰۷). منشأ فکری LUCIS از اثر آدام[3]، یکی از زیست‌شناسان قرن بیستم، اقتباس شده است. وی در مقاله «راهبرد توسعه اکوسیستم» چهار نوع اصلی کاربری زمین را در چارچوب مدلی ساده ارائه می‌دهد. در این مدل، اکوسیستم‌های دارای قابلیت رشد و حالت پویا، می‌تواند به‌منظور بهره‌برداری از مزایای دوطرفه، در ارتباط متقابل با نواحی صنعتی و شهری استفاده شود. در مدل آدام تمامی اراضی در چهار دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

1- Land Suitability Analyses (LSA)
2- Land Use Conflict Identification Strategy (LUCIS)
۳- Adam

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

- نواحی تولیدکننده: در آن فرایند توالی توسط موانع انسانی تولید به تأخیر می‌افتد؛
- نواحی حفاظتی یا طبیعی: در آن، توالی پذیرفته‌شده و سعی در محافظت از آن است؛
- نواحی بینابین: در آن ترکیبی از مراحل اول و دوم اعمال می‌شود؛
- نواحی شهری-صنعتی: ازنظر بیولوژیکی دارای اهمیت کمی می‌باشند.

مدل آدام، اساسی را برای طبقه‌بندی کاربری زمین در مدل لوسیس فراهم ساخت. در جدول زیر طبقه‌بندی کاربری اراضی توسط آدام و نیز نحوه طبقه‌بندی اراضی در مدل لوسیس ارائه شده است.

جدول ۱: انواع دسته‌های کاربری اراضی در مدل لوسیس (کار و ژوئیک، ۲۰۰۷)

طبقه‌بندی کاربری اراضی در مدل LUCIS	طبقه‌بندی کاربری اراضی اولیه از آدام
کشاورزی: زمین‌هایی که جهت تولید استفاده می‌شوند	**تولیدکننده**
حفاظتی: زمین‌های مشخص طبیعی	**حفاظتی**
	توافقی
شهری: زمین‌هایی که برای فعالیت انسان ازجمله مسکونی، تجاری، اداری اوقات فراغت و کاربری صنعتی درنظر گرفته می‌شود.	**شهر / صنعت**

استفاده از مدل LUCIS مستلزم وجود سه گروه از طرفداران، برای هر یک از کاربری‌های سه‌گانه است تا هر یک از آن‌ها، به دفاع و حمایت از سه نوع طبقه کاربری زمین بپردازند. در ادامه، هر سه نتیجه حاصل‌شده از دفاعیات آن‌ها، با یکدیگر مقایسه شده و با انجام این فرایند، مناطقی که در آن‌ها تضادهای بالقوه‌ای وجود دارد، مشخص می‌گردند (تایمز، ۲۰۰۹: ۳۲). شکل زیر مراحل مدل لوسیس را به‌منظور تحلیل تناسب و شناسایی تعارض‌ها نشان می‌دهد.

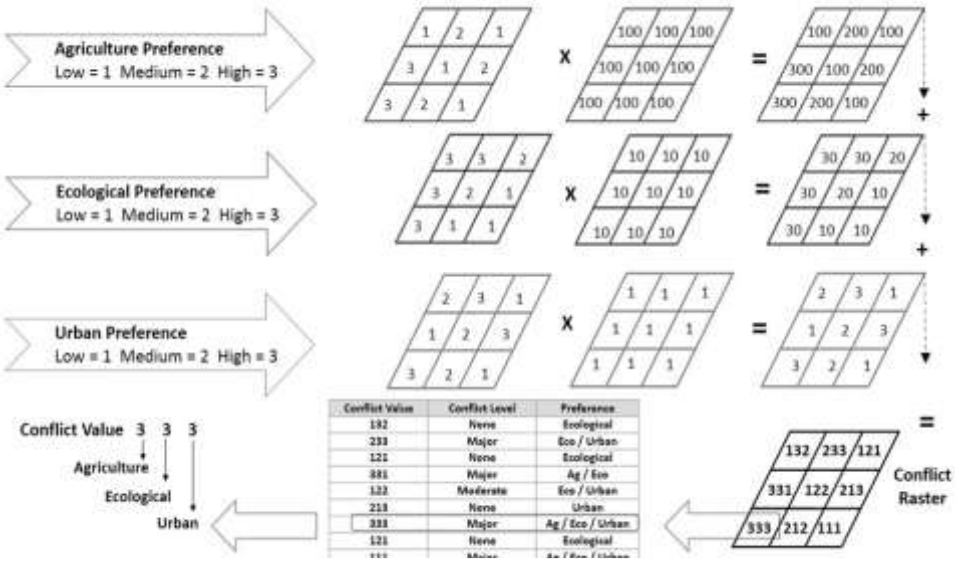
[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

شکل ۳: پنج مرحله اصلی در مدل لوسیس

نتیجه اجرای مدل لوسیس در مرحله اول تعیین میزان تناسب برای سه دسته کاربری اصلی است. مشخص‌شدن اولویت نهایی توسعه برای هر کدام از اهداف مستلزم عملیات همپوشانی و اخذ نظرات خبرگان است. در این تحقیق برای تعیین اولویت‌ها از روش AHP استفاده شده است.

با توجه به این‌که مدل LUCIS، با تکیه‌بر سه‌طبقه عمده از کاربری‌های زمین اجرا می‌شود، لذا این سه‌طبقه، می‌توانند مکعبی را تشکیل دهند که در آن، هر یک از اضلاع، بیانگر یکی از کاربری‌ها است؛ بنابراین دیاگرام حاصل‌شده نیز حالت سه‌بعدی خواهد داشت. مکعب ایجادشده از این تلفیق، مشتمل بر ۲۷ مکعب کوچک‌تر است که هر یک از آن‌ها، ترکیبات واحدی از مقادیر ۱) اولویت بالا، ۲) اولویت متوسط و ۳) اولویت کم برای سه نوع کاربری کشاورزی، حفاظتی و شهری است. برای شناسایی نواحی دارای تضاد، هر سه رستر نهایی مرتبط با اولویت‌های مختلف توسعه مجدداً با هم ترکیب می‌شوند و براساس امتیاز نهایی میزان تضاد شناسایی می‌شود (شکل ۴). تضاد و ناهمگونی بین کاربری‌ها در صورتی اتفاق می‌افتد که یک سلول مکانی در اولویت خود برای توسعه در هر سه کاربری ارزش یکسانی را داشته باشد. شکل زیر نحوه تولید نقشه تضاد را به تصویر کشیده است.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]



شکل ۴: مراحل تولید نقشه تضاد

در نقشه نهایی مقادیر دارای تضاد بین کاربری کشاورزی و شهری (سلول‌های حاوی مقادیر ۳۱۳، ۳۲۳ و ۲۱۲)، شهری و حفاظتی (سلول‌های حاوی مقادیر ۱۳۳،۲۳۳ و ۱۲۲) و کشاورزی و حفاظتی (سلول‌های حاوی مقادیر ۳۳۱، ۳۲۲ و ۲۲۱) مشخص خواهد شد. در این حالت سایر مناطق باقیمانده سه ترکیب مختلف را در بر می‌گیرند که در آن‌ها، مقادیر اولویت برای هر سه نوع کاربری (۳۳۳،۲۲۲ و ۱۱۱) یکسان است؛ بنابراین در هنگام تهیه نقشه تضاد بین کاربری‌ها، پنج دسته عمده از تضادها، وجود خواهند داشت. SDSS ارائه‌شده در این تحقیق به‌صورت خودکار نقشه‌های تضاد و نقشه‌های تناسب در هر سه دسته کاربری را ایجاد خواهد کرد.

در این مقاله تأکید اصلی بر روی توسعه سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی است و بنابراین به خوانندگان توصیه می‌شود برای اطلاعات بیشتر از مدل لوسیس به کار و ژوئیک (۲۰۰۷) و امیدی‌پور و همکاران (۱۳۹۶) مراجعه شود. لوسیس مدلی برای تحلیل و تخصیص تناسب اراضی است که می‌توان آن را در سطوح مختلف محلی، منطقه‌ای و ملی مورد استفاده قرار داد.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

۳- روش تحقیق

ازآنجاکه پژوهش حاضر به دنبال توسعه یک SDSS است ازاین‌رو در گروه پژوهش‌های کاربردی- اجرایی قرار می‌گیرد؛ در این رابطه تلاش بر آن بوده که یک جعبه‌ابزار در محیط نرم‌افزار ArcGIS توسعه داده شود که در زمینه برنامه‌ریزی کاربری اراضی از تصمیمات برنامه‌ریزان پشتیبانی کند. با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون[۱] و استفاده از قابلیت‌های Model Builder در نرم‌افزار ArcGIS جعبه‌ابزار مورد نظر طراحی و پیاده‌سازی شده است. در این تحقیق از ابزارها و نرم‌افزارهای زیر استفاده شده است:

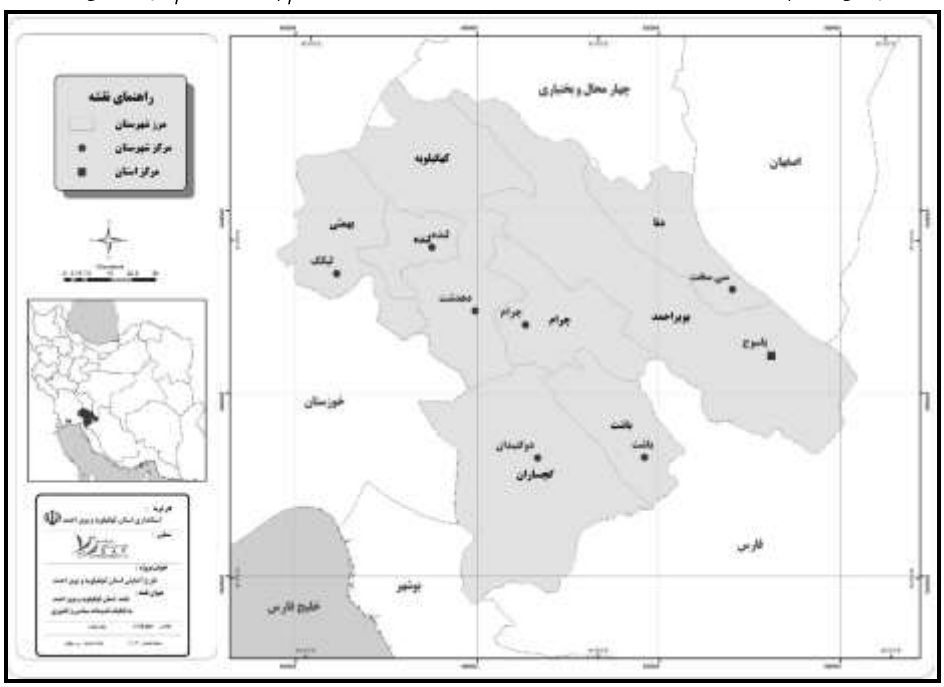
- نرم‌افزار ArcGIS نرم‌افزار پایه جهت طراحی و پیاده‌سازی SDSS
- نرم‌افزار Python 2.7 جهت اسکریپت نویسی و توسعه ابزارهای مدل LUCIS
- نرم‌افزار Python win برای سهولت در نوشتن کدهای تحلیل مکانی
- برنامه Model Builder برای تجسم بصری و گرافیکی در نحوه اجرا ابزارهای توسعه‌داده‌شده

۳-۱- شناخت محدوده موردمطالعه

استان کهگیلویه و بویراحمد با مساحتی حدود ۱۵۵۰۴ کیلومترمربع، واقع در دامنه‌های سلسله جبال زاگرس، بین ۲۹ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است (مهندسین مشاور، ساپ، ۱۳۹۳). این استان از شمال به استان چهارمحال و بختیاری، از جنوب به استان‌های فارس و بوشهر، از شرق به استان‌های فارس و اصفهان و از غرب به استان خوزستان محدود می‌شود (امیدی‌پور، ۱۳۹۴: ۹۰).

۱- Python

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]



شکل ۵: موقعیت استان کهگیلویه و بویراحمد (مأخذ: مهندسین مشاور ساپ، ۱۳۹۴)

۴- یافته‌های تحقیق

برای تعریف اهداف در مدل لوسیس باید پتانسیل‌ها و قابلیت‌های هر منطقه را مورد بررسی قرار داد. هدف از انجام این مرحله شناخت وضعیت موجود استان و تعریف اهداف برای ۳ دسته اصلی کاربری اراضی می‌باشد.

جدول ۲: وضعیت کلی و اختصاصی اهداف هر ۳ کاربری در منطقه موردمطالعه

شهری	
شناسایی زمین‌های مناسب برای توسعه شهری/ روستایی	**گزینه مورد نظر**
شناسایی اراضی مستعد ازنظر توان اکولوژیک.	هدف ۱
شناسایی اراضی مستعد ازنظر اقتصادی و اجتماعی.	هدف ۲
شناسایی اراضی مستعد برای فعالیت‌های گردشگری (شایان و پارسایی، ۱۳۸۶، فرجزاده و همکاران، ۱۳۸۷).	هدف ۳
شناسایی اراضی مستعد برای توسعه فعالیت‌های صنعتی و معدنی.	هدف ۴
شناسایی اراضی که در آن‌ها توسعه سکونتگاه انسانی (شهری-روستایی) نباید صورت گیرد.	هدف ۵

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

کشاورزی	
شناسایی اراضی مستعد برای توسعه کشاورزی	**گزینه مورد نظر**
شناسایی ارضی مناسب برای کشت غلات دیم.	هدف ۱
شناسایی اراضی مناسب برای کشت برنج.	هدف ۲
شناسایی اراضی مستعد برای فعالیت‌های باغداری.	هدف ۳
شناسایی اراضی مناسب برای فعالیت شیلات (پرورش ماهی).	هدف ۴
حفاظتی	
شناسایی اراضی مستعد برای حفاظت دائمی از طریق سیاست‌های حفاظتی	**گزینه مورد نظر**
شناسایی اراضی که ازنظر جغرافیایی باید حفاظت شوند.	هدف ۱
شناسایی اراضی که ازنظر حقوقی و قانونی باید مورد حفاظت قرار گیرند.	هدف ۲
شناسایی اراضی مستعد که تنوع گونه‌ای منحصربه‌فرد دارند.	هدف ۳

علاوه بر موارد ذکرشده در جدول بالا یک مجموعه سلسله مراتبی از اهداف و زیراهداف، که از هدف مربوط به هر سه دسته کاربری را پشتیبانی می‌کنند نیز تعریف خواهد شد (در اینجا برای رعایت اختصار، فقط به اهداف جزئی کاربری شهری پرداخته می‌شود).

جدول ۳: اهدافِ جزئیِ پشتیبانِ هدفی با نام «شناسایی اراضی مستعد ازنظر توان اکولوژی»

شناسایی اراضی مستعد ازنظر توان اکولوژیک	هدف ۱ کاربری شهری
شناسایی اراضی مناسب ازنظر شکل زمین مناسب برای توسعه شهری	**هدف ۱/۱**
شناسایی اراضی مناسب ازنظر ارتفاعی.	هدف جزئی ۱/۱/۱
شناسایی اراضی مناسب ازنظر شیب زمین.	هدف جزئی ۲/۱/۱
شناسایی اراضی مناسب از جنبه جهات جغرافیایی.	هدف جزئی ۳/۱/۱

با بررسی و مرور منابع و نیز استفاده از نظرات خبرگان برای تمام اهداف جدولی به‌مانند جدول فوق ایجادشده و ارزش‌های تناسب برای هر کلاس مشخص شده است.

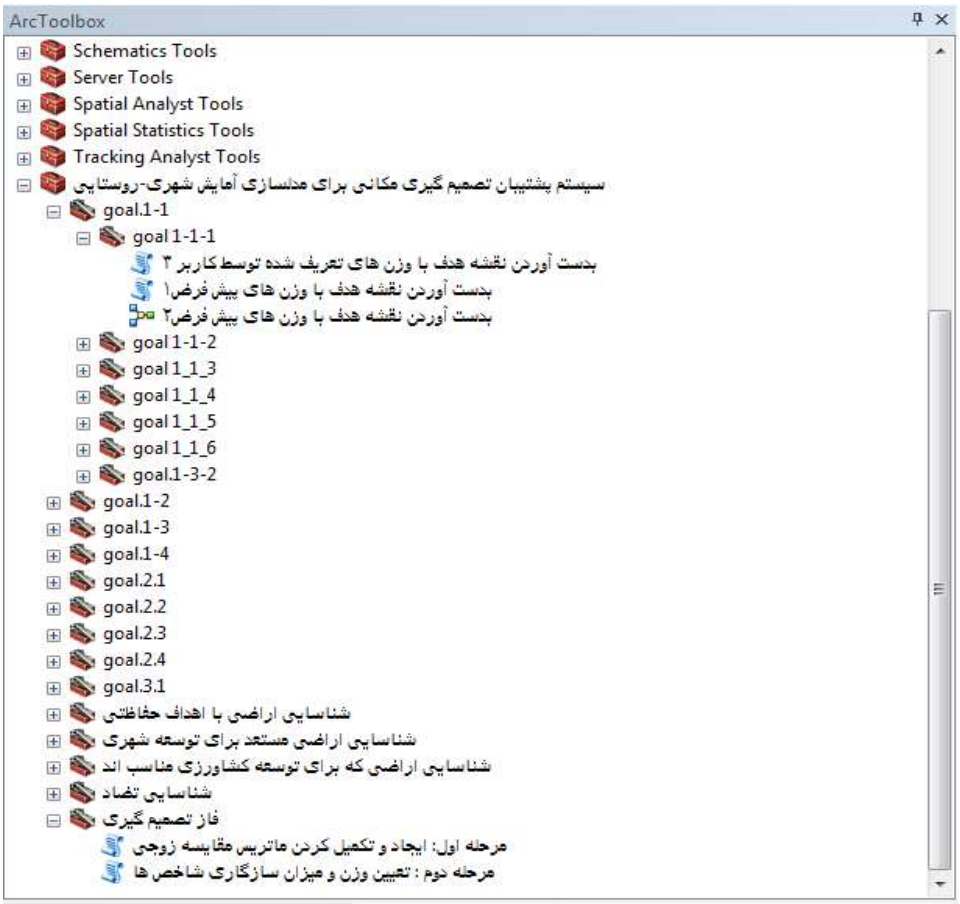
۴-۱- پیاده‌سازی سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی

در این مرحله با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون در محیط نرم‌افزار ArcGIS، جعبه‌ابزاری توسعه داده شد که تمامی مراحل مدل LUCIS را به‌صورت خودکار انجام می‌دهد. جعبه‌ابزار توسعه‌داده‌شده در شکل زیر مشاهده می‌شود. همان‌گونه که در شکل فوق مشاهده می‌شود برای هرکدام از اهداف یک ابزار ساخته شده است که یک سری امکانات را برای کاربر فراهم می‌سازد. برای مثال در رابطه با

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

هدف جزئی (۱-۱-۱) ابزاری توسعه داده شده است که به چند صورت می‌تواند نقشه تناسب مربوطه را تولید نماید:

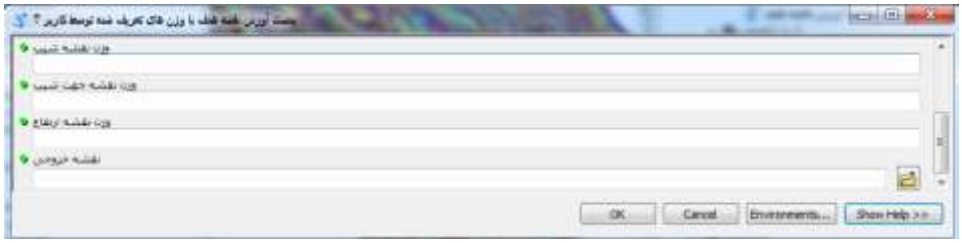
- به‌دست‌آوردن نقشه هدف با وزن‌های تعریف‌شده توسط کاربر
- به‌دست‌آوردن نقشه هدف با وزن‌های پیش‌فرض
- نمایش شکل گرافیکی توسط برنامه Model Builder برای درک بهتر کاربر از نحوه اجرای ابزار



شکل ۵: جعبه‌ابزار توسعه‌داده‌شده در محیط ArcGIS

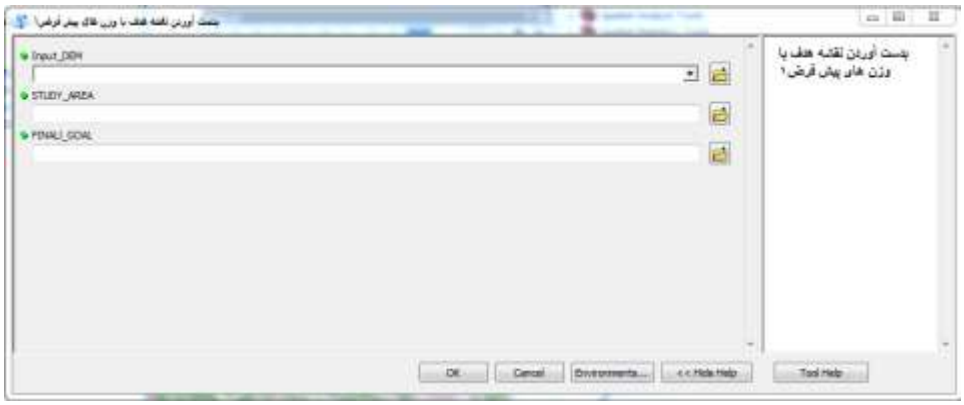
[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

برای مثال هدف (۱-۱) پیدا کردن اراضی مناسب برای توسعه شهری ازنظر شکل زمین است (به جدول تعریف اهداف مراجعه شود). برای به‌دست‌آوردن نقشه تناسب سه شاخص در نظر گرفته شده است. این سه شاخص عبارت‌اند از شیب، جهت شیب و ارتفاع. شکل زیر ابزار توسعه‌داده‌شده برای این هدف را نشان می‌دهد.



شکل ۶: ابزار ایجادشده برای به‌دست‌آوردن هدف (۱-۱) با استفاده از وزن‌های تعریف‌شده توسط کاربر

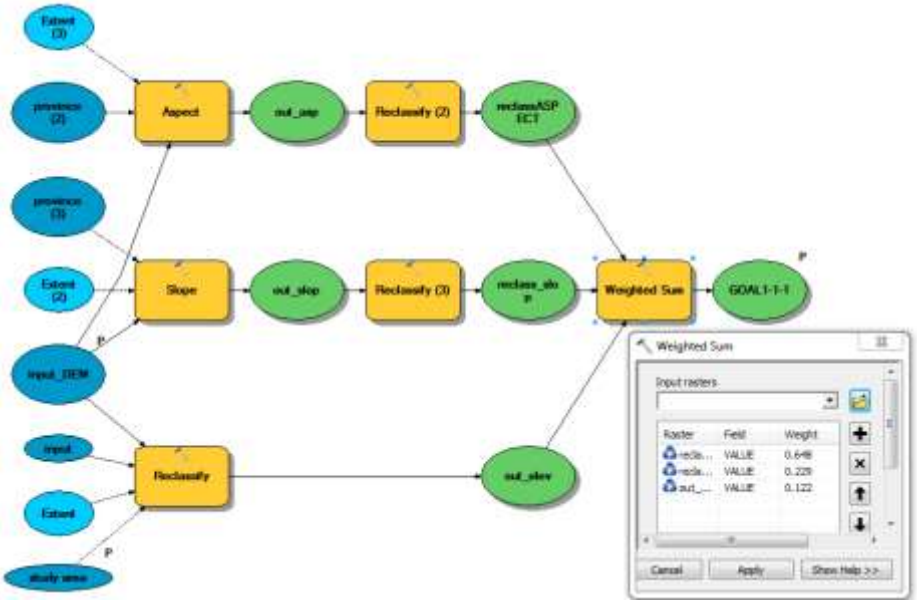
در حالت اول (شکل ۶) کاربر تنها وزن مربوط به هر ۳ معیار را به همراه محل ذخیره نقشه خروجی وارد می‌کند و سایر مراحل مدل‌سازی توسط سیستم انجام می‌شود.



شکل ۷: ابزار ایجادشده برای به‌دست‌آوردن هدف (۱-۱) با استفاده از وزن‌های پیش‌فرض

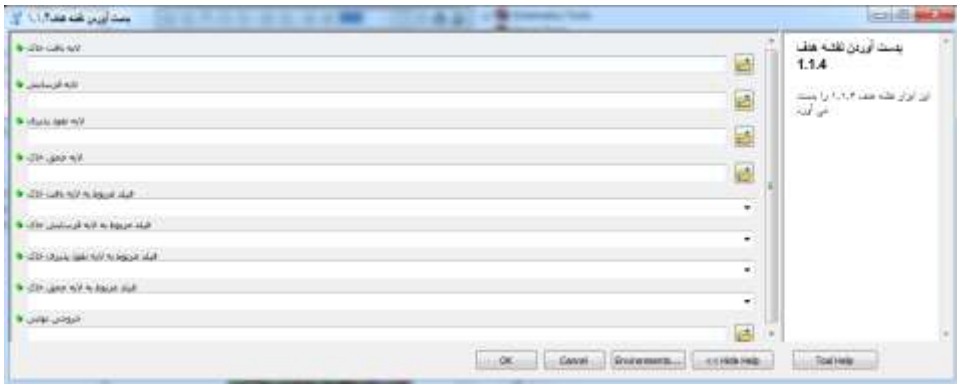
در حالت دوم (شکل ۷) کاربر تنها لایه DEM، محدوده موردمطالعه و محل ذخیره نقشه تناسب نهایی را به سیستم معرفی می‌کند و سایر مراحل مدل‌سازی به‌صورت خودکار صورت می‌گیرد. همچنین برای اینکه کاربر درکی از فرایند نحوه مدل‌سازی داشته باشد با استفاده از Model Buildr نیز ابزاری طراحی شده است که کاری مشابه با حالت دوم را انجام می‌دهد. این ابزار در درک بهتر کاربر از فرایند کار و وزن‌های تعریف‌شده نقش مؤثری ایفا خواهد کرد.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]



شکل ۸: ابزار ایجادشده برای به‌دست‌آوردن هدف (۱-۱) با استفاده از Model Buildr

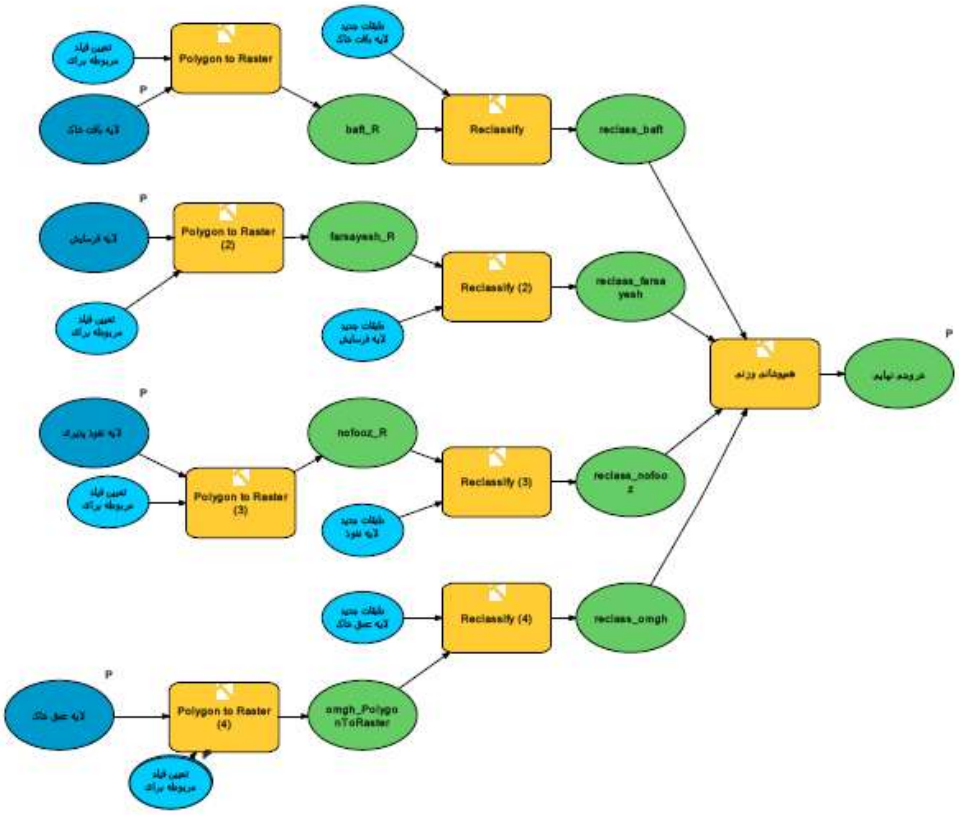
باید به این نکته نیز اشاره کرد که برای هرکدام اهداف به شکل یکسان عمل نشده است و در توسعه هر ابزار سعی بر این بوده است که کاربر با واردکردن حداقل ورودی‌ها به نتیجه مطلوب دست یابد. برای مثال برای هدف (۴-۱) ابزاری به شکل زیر طراحی شده است.



شکل ۹: ابزار ایجادشده برای به‌دست‌آوردن هدف (۴-۱)

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

ابزار تولیدشده در شکل فوق کاری مشابه نمودار زیر انجام می‌دهد.



شکل ۱۰: فرایند کاری ابزار هدف (۴-۱)

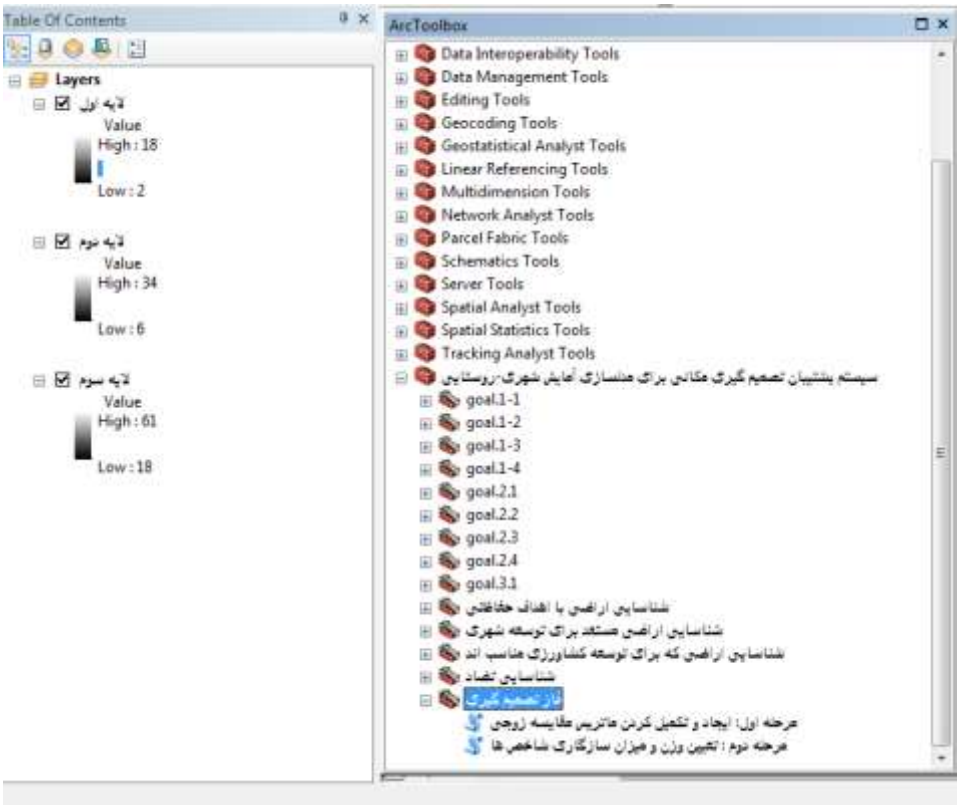
۴-۲- تعیین تناسب اراضی برای اهداف اصلی

پس از تهیه نقشه‌های تناسب توسط ابزارهای ایجادشده خروجی هر کدام از آن‌ها در مکان مشخصی ذخیره خواهد شد و سپس این خروجی‌ها به‌صورت خودکار به‌عنوان ورودی مرحله بعد (به‌دست‌آوردن نقشه هدف اصلی) فراخوانی خواهند شد. ازآنجاکه مقیاس (منظور مقیاس سنجش داده است) در هرکدام از این نقشه‌ها متفاوت است، بنابراین قبل از تهیه نقشه هدف نهایی ابتدا باید فرایند نرمال‌سازی صورت گیرد. برای این منظور نیز ابزاری ایجاد شده است.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

۴-۳- ایجاد ابزاری برای حمایت از تصمیم‌گیری

همان‌گونه که در بخش مبانی نظری در رابطه با روش‌های MC-SDSS توضیحاتی ارائه شد، یکی از نقاط ضعف GIS در رابطه با حمایت از تصمیم‌گیری کاربران است. تعامل مناسب بین تصمیم‌گیران و کامپیوتر یکی از ویژگی‌های SDSS است؛ بنابراین یک واسط کاربر که تصمیم‌گیران بتوانند با SDSS و رایانه ارتباط برقرار کنند، موردنیاز است. در مراحل مختلف تحلیل تناسب اراضی به انجام مقایسات زوجی نیاز دارد. در تحقیق حاضر به دلیل ماهیت سلسله مراتبی اهداف تعریف، سادگی و بار محاسباتی کم از روش AHP استفاده شده است. ابزار تولیدشده در دو مرحله وزن شاخص‌ها را محاسبه می‌کند (مقایسه زوجی، محاسبه وزن).



شکل ۱۱: ایجاد ابزاری برای حمایت از تصمیم‌گیری

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

در مرحله اول براساس نام لایه‌هایی که در نرم‌افزار موجود است یک ماتریس مقایسه زوجی به‌صورت خودکار تولید می‌شود. در این مرحله کاربر تنها می‌بایست محل ذخیره جدول و نام جدول را به سیستم معرفی کند. سپس کاربر این ماتریس مقایسه زوجی را تکمیل خواهد کرد.

شکل ۱۲: توسعه ابزاری برای ایجاد ماتریس مقایسه زوجی

در مرحله دوم کاربر جدولی که مقایسات زوجی در آن تکمیل شده است را به‌عنوان ورودی به سیستم معرفی می‌کند و سیستم به‌صورت خودکار وزن شاخص‌ها را محاسبه می‌کند. محاسبه شاخص ناسازگاری از دیگر قابلیت‌های این ابزار است.

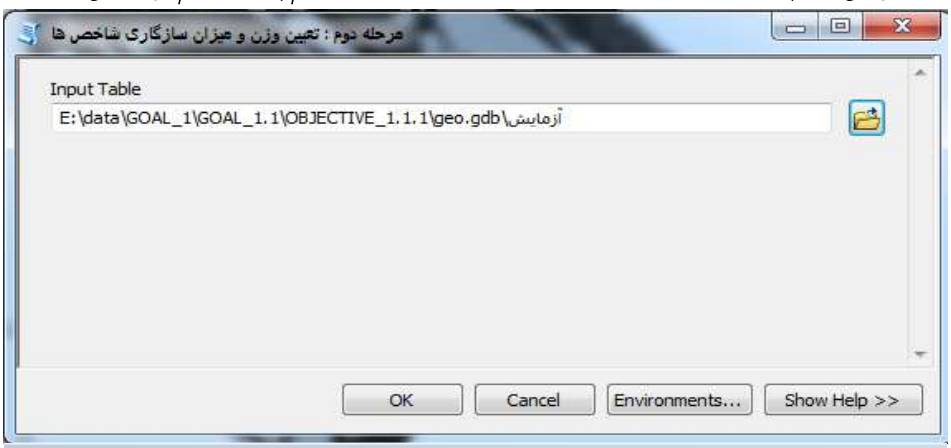
آزمایش

	OBJECTID *	layername	لایه_اول	لایه_دوم	لایه_سوم
	1	لایه اول	1	3	2
	2	لایه دوم	0.333	1	0.2
▶	3	لایه سوم	0.5	5	1

شکل ۱۳: انجام مقایسه زوجی توسط کاربر

برای مثال در شکل کاربر نام و محل جدول را تعریف و جدول ایجادشده را تکمیل نموده است. در مرحله بعد کاربر جدولی که مقایسه زوجی آن را تکمیل کرده است به سیستم معرفی می‌کند و وزن‌ها و میزان ناسازگاری قضاوت‌ها توسط سیستم محاسبه می‌شود (شکل ۱۴).

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

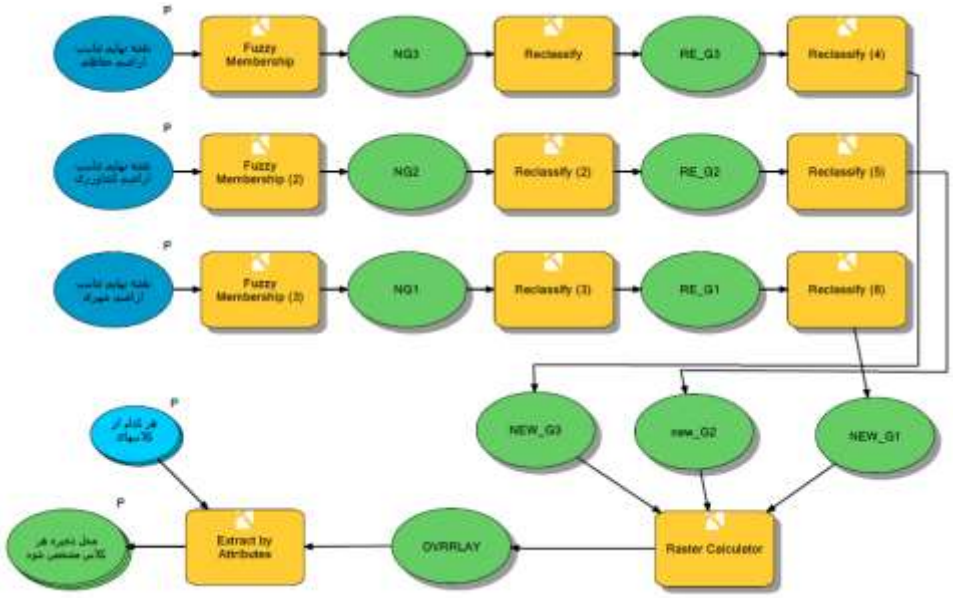


OBJECTID *	layername	لایه_اول	لایه_دوم	لایه_سوم	weight	CI	RI	CR
1	لایه اول	1	3	2	0.501296	0.08232	0.5	0.158308
2	لایه دوم	0.333	1	0.2	0.118427	0.08232	0.5	0.158308
3	لایه سوم	0.5	5	1	0.380277	0.08232	0.5	0.158308

شکل ۱۴: محاسبه وزن‌ها و میزان ناسازگاری قضاوت‌ها توسط سیستم

پس از شناسایی نقشه‌های تناسب نهایی سه‌گانه (شهری، حفاظتی و کشاورزی) جهت شناسایی تضاد با استفاده از SDSS ایجادشده، مقادیر اولویت نرمال‌شده به طبقاتی تقسیم می‌شوند تا بتوانند به‌طور منطقی با یکدیگر ترکیب گردند. اولویت مربوط به کاربری حفاظتی، به طبقات ۱۰،۲۰ و ۳۰ و سرانجام اولویت کاربری شهری نیز به‌صورت کلاس‌های ۱، ۲ و ۳ طبقه‌بندی مجدد می‌گردند. در ادامه، هر سه لایه رستر با یکدیگر ترکیب‌شده تا با انجام آن رستر واحدی که مقادیر بالقوه تضاد را نشان می‌دهد، تهیه گردد. نتایج نهایی مربوط به رستر تضاد بالقوه، گستره‌ای بین ۳۳۳ تا ۱۱۱ دارد، بااین‌حال برای هر یک از سه ستون بجای مقادیر ۳۳۳ تا ۱۱۱ مقادیر ۱ تا ۳ در نظر گرفته می‌شود. به‌عنوان‌مثال مقدار ۱۳۲، به‌عنوان مقدار تضاد بالقوه کاربری اراضی، نشان‌دهنده: ۱) اولویت پایین کاربری کشاورزی، ۲) اولویت بالای کاربری کشاورزی و ۳) اولویت متوسط کاربری شهری خواهد بود. در این مرحله نیز ابزاری ایجاد شده که به‌صورت خودکار نقشه‌های تضاد را تولید می‌کند. شکل زیر فرایند تولید نقشه تضاد برای هرکدام از کدها را نشان می‌دهد.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]



شکل ۱۵: فرایند تولید نقشه تضاد در SDSS ارائه‌شده

میزان تضاد و ناسازگاری کاربری زمین برای هر طبقه از زمین، با مقایسه هر گروه از کاربری‌های زمین با دیگر اولویت‌ها تعیین می‌گردد. تضاد زمانی قابل پیش‌بینی است که میزان اولویت‌های کاربری‌ها با یکدیگر برابر باشند؛ به‌عبارت‌دیگر اگر یک طبقه از طبقات کاربری زمین و به‌عنوان‌مثال کاربری شهری، نسبت به سایر طبقات، از اولویت بیشتری برخوردار باشد، پس در این شرایط، نیازی به پیش‌بینی تضاد وجود نخواهد داشت. برای این قطعه زمین، چنین انتظار می‌رود که اگر کاربری موجود زمین، شهری باشد، یا در همان کاربری، باقی خواهد ماند و یا اینکه در زمان آینده، احتمالاً به کاربری شهری تبدیل می‌گردد. با به‌کارگیری این رویکرد، قابلیت تضاد کاربری زمین، می‌تواند برای کل حوزه موردمطالعه پیش‌بینی گردد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر روشی را برای مدل‌سازی کاربری ارضی در سطحی فراتر از سطح محلی و در قالب استفاده از یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی (SDSS) ارائه داده است. با استفاده از SDSS توسعه‌داده‌شده برای هر ۳ دسته اصلی کاربری اراضی یعنی کاربری‌های شهری، کشاورزی و حفاظتی ابتدا اهدافی تعریف شد و سپس با درنظرگرفتن میزان اهمیت هرکدام از اهداف اولویت تخصیص برای

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

اراضی مختلف شناسایی شد. در مرحله نهایی، تعارض کاربری اراضی شناسایی شده است.

مبانی مربوط به مدل لوسیس ساده و درعین‌حال بسیار کاربردی است و بنابراین می‌توان آن را برای سایر مناطق نیز بکار گرفت. به دلیل اینکه اهداف در محدوده موردمطالعه به‌صورت سلسله مراتبی تدوین شده‌اند و نیز به دلیل کاربرپسندبودن و سادگی SDSS طراحی‌شده، در مراحل مختلف برای به‌دست‌آوردن میزان اولویت و ترکیب نقشه‌ها از روش AHP استفاده شده است. درنهایت اینکه با تعریف ورودی‌های اولیه و موردنیاز برای SDSS طراحی‌شده، مدل‌سازی کاربری اراضی در محدوده موردمطالعه به‌صورت خودکار صورت می‌گیرد و کاربر نیز می‌تواند در هر مرحله میزان اهمیت و اولویت‌های شاخص‌ها را تغییر دهد.

تعریف اهداف و مقاصد متناسب با پتانسیل و شرایط ویژه در هر منطقه از مهم‌ترین دلایل انعطاف‌پذیری مدل لوسیس است. باید به این نکته اشاره کرد که نحوه اجرای تناسب زمین در هر منطقه از روشی یکسانی تبعیت می‌کند و تنها تفاوت‌ها در میزان اولویت‌ها، وزن‌ها و نیز اهداف تعریف شده است؛ بنابراین سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی توسعه‌داده‌شده در این تحقیق را در سایر مناطق نیز می‌تواند مورد استفاده قرار داد.

۶- پیشنهاد پژوهشی

سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی توسعه‌داده‌شده در تحقیق حاضر بر روی نرم‌افزار ArcGIS توسعه یافته است. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی سیستمی طراحی و ارائه شود که مستقل از نرم‌افزار ArcGIS به مدل‌سازی کاربری اراضی بپردازد. همچنین این امکان نیز وجود دارد که از قابلیت سیستم ارائه‌شده در بستر شبکه اینترنت استفاده شود.

منابع

امیدی‌پور، مرتضی (۱۳۹۴) *توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی به‌منظور مدل‌سازی آمایش شهری- روستایی: موردمطالعه استان کهگیلویه و بویراحمد*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران.

امیدی‌پور، مرتضی؛ نیسانی سامانی، نجمه؛ تومانیان، آرا و فرجی‌سبکبار، حسنعلی (۱۳۹۶) «کاربرد مدل لوسیس (LUCIS) در مدل‌سازی تعارض تناسب اراضی با رویکرد آمایش سرزمین؛ (موردمطالعه: استان کهگیلویه و بویراحمد)»، *آمایش سرزمین*، ۱۷(۹)، صص ۲۱۹-۲۴۳.

پورطاهری، مهدی (۱۳۹۲) *کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در جغرافیا*، تهران: سازمان مطالعه و

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]

تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

داداش‌پور، هاشم؛ رفیعیان، مجتبی و زارعی، عبدالله (۱۳۹۲) «ارائه الگوی یکپارچه تخصیص کاربری زمین برمبنای توان اکولوژیکی در شهرستان نوشهر»، *فصلنامه مطالعات شهری*، ۳(۹)، صص ۳۱-۴۴.

رکن‌الدین‌افتخاری، عبدالرضا؛ سجاسی‌قیداری، حمدالله؛ پورطاهری، مهدی و آذر، عادل (۱۳۹۲) «کاربرد روش تلفیقی MCDM و GIS در شناسایی مناطق روستایی با پتانسیل اکوتوریستی؛ مطالعه موردی: رودره‌های گردشگری استان تهران»، *پژوهش‌های روستایی*، ۱۵(۴)، صص ۶۴۱-۶۶۰.

مخدوم، مجید (۱۳۸۹) *شالوده آمایش سرزمین*، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

Carr, M. H., & Zwick, P. D. (2007). *Smart land-use analysis: the lucis model land-use conflict identification strategy*: ESRI, Inc.

Chakhar, S., & Mousseau, V. (2008). GIS-based multicriteria spatial modeling generic framework. *International Journal of Geographical Information Science*, 22(11-12), 1159-1196.

Collins, M. G., Steiner, F. R., & Rushman, M. J. (2001). Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievements. *Environmental management*, 28(5), 611-621.

Goodchild, M. F., & Janelle, D. G. (2004). *Spatially integrated social science*: Oxford University Press.

Jelokhani-Niaraki, M., & Malczewski, J. (2015). A group multicriteria spatial decision support system for parking site selection problem: A case study. *Land Use Policy*, 42, 492-508.

Jelokhani-Niaraki, M., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S.-M. (2018). Semantic interoperability of GIS and MCDA tools for environmental assessment and decision making. *Environmental Modelling & Software*, 100, 104-122.

Joerin, F., Thériault, M., & Musy, A. (2001). Using GIS and outranking multicriteria analysis for land-use suitability assessment. *International Journal of Geographical Information Science*, 15(2), 153-174.

Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in planning*, 62(1), 3-65.

Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703-726.

Malczewski, J., & Rinner, C. (2016). *Multicriteria decision analysis in geographic information science*: Springer.

Sugumaran, R., & Degroote, J. (2010). *Spatial decision support systems: Principles and practices*: Crc Press.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-24]