Journal of Environmental Research
Vol. 14, No. 28, Atumn & Winter 2024

Journal Homepage: www.iraneiap.ir
Print ISSN: 2008-9597 Online ISSN 2008-9590

Introducing a Novel Approach for Participatory Land- Use Planning Using Golestan Land- Use Planning Decision Support System

Document Type
Research Paper

Received
2019/09/07

Accepted
2024/01/01

Mostafa Gholipour[1*], Abdolrassoul Salman Mahiny[2], Amir Sadoddin[3], Abdolreza Bahremand[3]

1. PhD of Land-use Planning, Dept. of the Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Golestan Province, Iran
2. Professor, Dept. of the Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Golestan Province, Iran
3. Professor, Dept. of the Rangeland and Watershed Management, Gorgan Universit Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Golestan Province, Iran

DOI: 10.22034/eiap.2024.191700

Abstract

Of the current issues in land use planning (LUP) in Iran that reduce usefulness of these studies are disagreement over the results of these plans and the difficulty in repeating the process of LUP in the event of changing strategies and decisions. To solve these problems and facilitate the use of LUP schemes by the stakeholders, in this study, a novel management support system was proposed. This system that has been developed over two years, offers a dynamic LUP solution that can be implemented for all provinces. The system was developed using IDRISI software tools focusing on the multi-objective land allocation (MOLA) function and application of Cs-Sharp programming language. Its capabilities include designing new LUP scenarios, compatibility assessment of the proposed land use with the LUP scenario, graphical comparison of land uses before and after LUP, optimized site selection of land use patches under different management scenarios and display of LUP documentation for each county. In this paper, we introduce Golestan Multi-Objective Land Allocation (GMOLA) as the first applied LUP software in Iran.

Keywords: Land use planning, Participation, Spatial Decision Support System (SDSS), GMOLA, Golestan province

* Corresponding author: Email: Mostafagholipour@gmail.com

Introduction

One of the essentials of sustainable development is the land use planning, which in the first step seeks the most appropriate arrangement of activities and population with the aim of logical use of environmental resources to improve the quality of human life. One of the definitions of land use planning is the regulation of the relationship between man, the land and his activities in the land in order to make appropriate and sustainable use of all the human and spatial facilities of the land to improve the material condition of the society over time (Makhdoum, 2006). Two parts of land evaluation and allocation can be distinguished in the first stage of land use planning. Land evaluation, in which the capability of the land is evaluated for permitted uses, and land allocation, which is decided for the best uses of the land units according to the evaluation stage (Sante & Crecente, 2005). Among decision-making levels, capability evaluation is considered as the foundation of decision-making and a prerequisite for planning (Makhdoum et al., 2007). Land use planning scenarios are usually created in order to allocate a certain area of the land to the specific uses, based on the ecological suitability maps of the uses. Determining the extent and priority of uses in the land use planning scenario can be done collaboratively and with the agreement of all stakeholders. Participatory land use planning requires easy reproducibility of the land use allocation process and managing conflicting land uses under different scenarios. Automation of decision-making has always been one of the goals of researchers (EISSA, 2013). The spatial decision support system (SDSS) improves the field of cooperation by facilitating the possibility of repeatability of complex and time-consuming processes. In general, spatial decision support systems have special capabilities such as solving repeatable problems, spatial modeling capabilities, spatial data analysis and management, solving structured and semi-structured problems, and easy-to-use interactive user interfaces, scenario evaluation, visualization and report generation (Sugumaran & Degroote, 2010). In fact, one of the main goals of establishing a SDSS for land use planning in this study is to facilitate the possibility of repeating land use planning process under different management scenarios with the view of the participation of all dependent groups and to facilitate the practical use of the land use planning results. Designing of the spatial decision support system of Golestan land use planning began with the beginning of land use planning process in this province (Salman Mahiny et al. 2014b), and its development was completed after spending more than two years (Salman Mahiny et al. 2016). In this article, an attempt has been made to present the results of the study and the measures taken in order to provide a decision support system for the selection of dynamic and raster-based land uses for Golestan province and to depict its characteristics.

Methodology / Experimental Design

In this study, Golestan province of Iran was considered as the study area. With an area of about 20438 square kilometers, this province constitutes 1.3% of the total area of the country and is located between 36.5 to 38.13 degrees' north latitude and 53.85 to 56.37 degrees' east longitude. Conceptual models are the basis of computer models. The components of the conceptual model of the spatial decision support system proposed in this study have been formed based on the needs estimated in the Golestan province land use planning study (Salman Mahiny et al., 2014b). The components of the Golestan land use planning SDSS include 1) the allocation and conflict resolution of land uses, 2) comparing the area of land uses before and after allocation, 3) site selecting of new land use patches, 4) measuring the compatibility of the proposed use with the land use planning scenario results and 5) displaying the documents of the land use planning scheme. The initial version of the land use planning system was produced and tested using the IML macro language in the Idris environment. In order to convert a conceptual and mental model into a practical computer model, the programming of the Golestan SDSS was done with Microsoft Visual C#, which is an object-oriented and modern language. The Golestan land use planning SDSS uses the Multi-Objective Land Allocation (MOLA) model as one of the multi-criteria spatial decision-making techniques for allocating land uses and resolving conflicts. The MOLA procedure resolves land use conflicts by assigning conflicting cells to land uses with higher weighted suitability (Eastman, 2012).

Results and Discussion

The present study presented a new method for the collaborative allocation of land uses using a spatial decision support system (SDSS) that was designed and programmed for the first time in Iran. The purpose of the collaborative allocation of land uses in this study is the participation of all the land use planning stakeholders

in the process of allocating land uses with limited and permitted changes in the areas and ranks of large land uses in order to produce new results that are more agreeable and the implementation of the results has a higher guarantee. This system was tested for Golestan province and its results indicate the success of the system in terms of the possibility of improving the participation of land use planning schemes by facilitating the repeatability of the process of land use allocation and conflicts resolution under different scenarios. Examining the results showed that the Golestan land use planning SDSS has provided the possibility of effective and optimal use of the Golestan province land use planning results. Another feature of using the designed system is that it maximizes the possibility of beneficial use of available data and information and minimizes the desired processing time. It is necessary to explain that the accuracy and correctness of the results of all SDSS systems, including the Golestan land use planning SDSS, is directly affected by the accuracy and correctness of the data in the database. Crossland et al. (1995) who studied the impact of using GIS technology in the form of SDSS said that SDSS can express the missing connection between decision makers and complex computer models. In addition, decisions and solutions developed by decision makers with SDSS are faster and associated with fewer errors (EISSA, 2013). Also, it seems that the quality of the decision-making process and SDSS outputs are highly correlated with the use of available resources (such as time, data, and experts) (EISSA, 2013).

Conclusion

The Golestan land use planning SDSS combines GIS functions in an effective way to manage, analyze and display data and provides a unique method to solve land use planning issues with different types of restrictions and goals. This SDSS has tools for selecting new land use patches according to the land use planning result map and evaluating the compatibility of the proposed land use for an area with the land use planning scenario result, that improves the usefulness of the land use planning results. Due to the effectiveness of the Golestan land use planning SDSS in solving land use planning problems with a large number of suitability layers for land uses on a large scale, as well as the flexibility of the system for use in other regions, it is suggested to use the mentioned system in other provinces to automate the land use planning for improving the efficiency of the decision-making process and moving towards sustainable development.

References

Crossland, M. D., Wynne, B. E., & Perkins, W. C. 1995. Exploring the Next Generation of Decision Support, Spatial decision support systems: An overview of technology and a test of efficacy, Decision Support Systems, 14(3): 219-235.

Eastman, J. R., 2012. IDRISI Selva Tutorial, Manual Version 17.0, Clark University, January 2012 Available: http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/eng/gis/idrisi_selva_tutorial.pdf, [Accessed Feb 10, 2019].

EISSA, A. 2013. Spatial Decision Support System for Infrastructure Resource allocation, Master Thesis Presented, Faculty of Geoinformation Sciences and Observation of Earth of the University of Twente, Enschede.

Makhdoum, M. F. 2006. Fundamental of land use planning. Tehran University publications, 289p. [in Persian].

Makhdoum, M. F., Darvish Sefat, A., & Jafarzadeh, H. 2007. Environmental Evaluation and Planning by Geographic Information System. University of Tehran, Iran, 304p. [in Persian].

Salman Mahiny A., et al. 2014b. Updating Goletan's Land Use Planning, Management and planning organization of Golestan province. [in Persian].

Salman Mahiny A., et al. 2016. Updating Goletan's Land Use Planning, Management and planning organization of Golestan province. [in Persian].

Santé, I, & R Crecente. 2005. Models and Methods for Rural Land Use Planning and Their Applicability in Galicia (Spain), AESOP (Association of European Schools of Planning).

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

پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۱٤، شماره ۲۸، پاییز و زمستان ۱٤۰۲، از صفحه ۲۵ تا ٤۰

ارایه یک روش نوین آراستن مشارکتی کاربری‌ها با سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری آمایش سرزمین گلستان

مصطفی قلی‌پور*[۱]، عبدالرسول سلمان ماهینی[۲]، امیر سعدالدین[۳]، عبدالرضا بهره‌مند[۳]

۱. دکتری ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، گرگان، ایران
۲. استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، گرگان، ایران
۳. استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، دانشکده مرتع و آبخیزداری، گروه آبخیزداری، گرگان، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱٤۰۲/۱۰/۱۱

چکیده

یکی از مسایل طرح‌های کنونی آمایش سرزمین در ایران که از ضمانت اجرایی آن می‌کاهد، عدم توافق بر سر نتایج و عدم سهولتِ تکرار فرآیند در صورت تغییر راهبردها و تصمیم‌هاست. در راستای حل مسایل یاد شده و تسهیل استفاده از طرح‌های آمایش توسط گرودارن، در این مطالعه یک سامانه پشتیبان مدیریتی نوین پیشنهاد شده است. این سامانه که در طی دو سال طراحی شده، به‌گزینی کاربری‌های رقیب را به شکل پویا انجام می‌دهد و برای تمام استان‌ها قابل اجراست. شایان ذکر است، این سامانه با بهره‌گیری از توابع نرم‌افزار ایدریسی با محوریت تابع تخصیص چندهدفه سرزمین به عنوان گام نخست آمایش و استفاده از زبان برنامه‌نویسی سی‌شارپ تولید شد. از قابلیت‌های آن می‌توان به ساخت سناریوهای جدید تخصیص و به‌گزینی کاربری‌های متعارض، سنجش سازگاری کاربری پیشنهادی با طرح آمایش سرزمین، مقایسه نموداری سطح کاربری‌ها پیش و پس از آمایش، به‌گزینی مکانی، وسعت و شکل کاربری‌ها تحت سناریوهای مختلف مدیریتی و نمایش مستندات طرح آمایش در محدوده‌های مدیریتی نظیر شهرستان اشاره کرد. در این مقاله، به معرفی سامانه آمایش سرزمین استان گلستان[(۱)] (GMOLA) به عنوان نخستین سامانه کاربردی آمایش سرزمین در ایران پرداخته شده است.

کلیدواژه‌ها: آمایش سرزمین، مشارکت، سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی، GMOLA، استان گلستان.

*نویسنده مسئول: Email: Mostafagholipour@gmail.com
DOI: 10.22034/eiap.2024.191700

سرآغاز

امروزه، تخریب بوم‌سازگان‌های طبیعی، در معرض انقراض قرار گرفتن طیف وسیعی از گونه‌ها و کاهش تنوع‌زیستی در کنار سایر بحران‌های محیط‌زیستی نیل به توسعه پایدار و درخور را دچار چالش نموده و در هاله‌ای از ابهام قرار داده است. یکی از ملزومات توسعه پایدار، آمایش سرزمین است که در گام نخست به دنبال مناسب‌ترین چیدمان فعالیت و جمعیت با هدف بهره‌برداری خردمندانه از توان‌های محیطی برای ارتقاء کیفیت زندگی انسان است. یکی از تعریف‌های آمایش سرزمین عبارت از تنظیم رابطه میان انسان، سرزمین و فعالیت‌های وی در سرزمین به منظور بهره‌برداری درخور و پایدار از جمیع امکانات انسانی و فضایی سرزمین جهت بهبود وضعیت مادی جامعه در طول زمان است (Makhdoum, 2006). دو بخش ارزیابی و تخصیص سرزمین در مرحله نخست آمایش سرزمین قابل تشخیص است. ارزیابی سرزمین، که در آن قابلیت سرزمین برای استفاده‌های مجاز ارزیابی می‌شود و تخصیص سرزمین که با توجه به مرحله ارزیابی، برای بهترین استفاده‌ها از واحدهای سرزمین تصمیم‌گیری می‌شود (Sante & Crecente, 2005). در میان سطوح تصمیم‌گیری، ارزیابی توان به منزله شالوده تصمیم‌گیری و پیش‌نیاز برنامه‌ریزی محسوب می‌شود (Makhdoum et al., 2007). از منظر فنی نیز، بخشی از آمایش سرزمین فرآیند تخصیص سطح مشخصی از سرزمین به چند کاربری با نسبت‌های منطقی است به نحوی که کاربری‌های مذکور در مناطقی با قابلیت اکولوژیک، اقتصادی، اجتماعی و راهبردی مناسب استقرار یابند و چیدمان کاربری‌ها از نظر همسایگی و پیوستگی بهینه باشد. معمولا ایجاد سناریوهای آمایش سرزمین به منظور تخصیص وسعت معینی از سرزمین به کاربری‌های موردنظر، بر اساس نقشه توان اکولوژیک هر کاربری صورت می‌گیرد. تعیین وسعت و اولویت کاربری‌ها در طرح آمایش سرزمین می‌تواند به‌صورت مشارکتی و با توافق همه گروداران صورت بگیرد. مشارکت‌پذیری طرح‌های آمایش سرزمین نیازمند تکرارپذیری آسان فرآیند تخصیص کاربری‌ها و آمایش کاربری‌های متعارض تحت سناریوهای مختلف است. سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی[۲] (SDSS) با تسهیل امکان تکرارپذیری فرآیندهای پیچیده و زمان‌بر، زمینه مشارکت‌پذیری را بهبود می‌بخشد. در واقع، یکی از اهداف اصلی پایه‌ریزی سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی آمایش سرزمین در این مطالعه، تسهیل امکان تکرار آمایش سرزمین تحت سناریوهای مختلف مدیریتی با دیدگاه مشارکت‌پذیری همه گروه‌های گرودار و تسهیل استفاده کاربردی از نتایج طرح‌های آمایش سرزمین است. با توجه به این که در طرح‌های آمایش استانی تعداد زیادی لایه اطلاعاتی (شامل لایه‌های اطلاعاتی مربوط به نقشه‌های پایه و نقشه‌های توان اکولوژیک کاربری‌های کلان) و انبوهی از جدول‌ها و اطلاعات توصیفی با صرف هزینه و زمان زیاد تولید می‌شود و استفاده اثربخش و سریع از این اطلاعات ارزشمند بدون در اختیار داشتن یک سامانه خودکار رایانه‌ای امری بسیار مشکل است، در این مطالعه یک مدل رایانه‌ای برای مساله مذکور طراحی و ارایه شد. همچنین به دلیل پایان یافتن طرح آمایش سرزمین استان گلستان (Salman Mahiny et al., 2016) و اجرای این سامانه برای این استان، در مطالعه حاضر به نتایج حاصل از این مدل برای استان گلستان به عنوان اولین نمونه از اجرای موفق آن اشاره شده است. در طرح ارزیابی و آمایش سرزمین استان گلستان تلاش بر این بود که گام تخصیص و آمایش کاربری‌ها تحت شرایط مختلف مدیریتی تکرارپذیر باشد تا با تغییر سناریوهای مدیریتی، نتایج جدیدی حاصل شود. مساله دیگری که در طرح آمایش استان گلستان مورد توجه قرار گرفت امکان استفاده کاربردی از نتایج طرح آمایش سرزمین در مکان‌یابی کاربری‌ها و پروژه‌ها و مقایسه توان اکولوژیک و استفاده پیشنهادی از سرزمین جهت صدور مجوزها بود. با توجه به این که آمایش سرزمین یک دانش تخصصی است و مدل‌های آمایشی در بستر سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) پیاده‌سازی می‌شوند و استفاده از نقشه‌های حاصل از آمایش با استفاده از عملگرهای پردازشی در بستر GIS بسیار آسان‌تر خواهد بود، لذا این نیاز احساس شد که به طراحی و تولید یک سامانه رایانه‌ای نسبتا خودکار به زبان فارسی پرداخته شود که بتواند با استفاده از ترکیب و اجرای زنجیری توابع پردازشی GIS، مسئولین و مدیران ذی‌ربط را از داشتن دانش مرتبط با GIS و مدل‌های آمایشی بی‌نیاز نموده و در تصمیم‌گیری‌ها یاری نماید. به این منظور، سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی آمایش سرزمین استان گلستان هم‌راستا با شروع آمایش سرزمین در این استان آغاز و با صرف زمانی بالغ بر دو سال، طراحی و تولید آن به پایان رسید.

پیشینه پژوهش

سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری[۳] از الگوریتم‌ها و فنون مختلف

تصمیم‌گیری چندمعیاره برای حل بهینه مسائل بهره می‌برند. کارایی روش‌های تخصیص چندهدفه سرزمین[۴] (MOLA) و شبیه‌سازی تبرید تدریجی[۵] (SA) برای تخصیص بهینه کاربری‌ها توسط Sharma و Lee (۲۰۰۴) و Salman Mahiny و همکاران (۲۰۱۴ الف) مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج هر دو مطالعه نشان داده است از نظر میانگین مطلوبیت هر کاربری در نقشه نهایی، مدل MOLA و از نظر یکپارچگی لکه‌های کاربری‌ها در نقشه نهایی، الگوریتم SA عملکرد و کارایی بهتری داشته است. Dai و Ratick (۲۰۱۴) SDSS به‌گزینی مناطق مناسب برای حفظ تنوع‌زیستی با رویکرد الگوریتم ژنتیک را معرفی کرده‌اند. هدف این سامانه بیشینه‌سازی حفاظت از غنای تنوع‌زیستی در کمترین مساحت ممکن است. سامانه موسوم به IDRISI-EA SDSS که در بستر ایدریسی کار می‌کند از الگوریتم ژنتیک برای حل مسائل طراحی اندوختگاه و از MOLA برای تخصیص چندهدفه سرزمین به اندوختگاه بهره می‌برد. Hajeforooshnia و همکاران (۲۰۱۱) برای زون‌بندی پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو در ایران و Geneletti و Duren (۲۰۰۸) برای زون‌بندی پارک ملی در ایتالیا از MOLA استفاده کرده‌اند. Naimi (۲۰۱۰) به طراحی سامانه پشتیبان برای استفاده بهینه از سرزمین در استان گلستان پرداخت. در مطالعه نعیمی سه گام توسعه مدل ریاضی مناسب برای ارزیابی قابلیت سرزمین برای کاربری‌های مجاز در منطقه، انتخاب کاربری بهینه با بهره‌گیری از MOLA و طراحی و پیاده‌سازی یک سامانه نرم‌افزاری به عنوان SDSS در بستر GIS برای برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین در کشور (SDSSLPI)[۶] در نظر گرفته شد. Sadoddin و همکاران (۲۰۱۵) سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری برای مدیریت مشارکتی و جامع حوزه آبخیز چهل‌چای در استان گلستان را توسعه دادند. سامانه مذکور که در محیط نرم‌افزار سامانه مدل‌سازی اجزای تعاملی[۷] (ICMS) تهیه شده بود قادر است با افزایش درک کاربر از سامانه آبخیز و اجزای آن با معرفی گزینه‌های مدیریتی (تراس‌بندی، احداث باغ، بیشه‌زراعی، علوفه‌کاری و درخت‌کاری) در قالب سناریوهای مختلف و نیز با پیش‌بینی و نمایش اثرات مختلف اجرای احتمالی آنها با کمک شاخص‌های ارزیابی اثرات به مدیریت مشارکتی و جامع حوزه آبخیز کمک کند و موجب تسهیل فرآیند تصمیم‌گیری شود.

سامانه LAGA (Kamyab et al., 2016) نمونه دیگری از سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری آمایش سرزمین است که جهت تخصیص کاربری‌ها از الگوریتم ژنتیک بهره می‌برد. این سامانه نقشه تناسب کاربری‌ها را با فرمت ASCII دریافت می‌کند و با استفاده از الگوریتم ژنتیک و ساختار لکه‌مبنا برای بهبود سرعت پردازش به تخصیص بهینه کاربری‌ها می‌پردازد. سامانه LAGA در فرآیند تخصیص بهینه کاربری‌ها علاوه بر فاکتورهای تناسب و مساحت کاربری‌ها به پیوستگی کاربری‌ها نیز توجه می‌نماید. با این حال، تاکنون موضوعات مربوط به عدم توافق برسر نتایج طرح‌های آمایش و عدم سهولت تکرار فرآیند آمایش سرزمین در صورت تغییر راهبردها و تصمیم‌های متولیان در طرح‌های کنونی آمایش سرزمین ایران مورد مطالعه قرار نگرفته و به این ترتیب راهکاری نیز برای آن ارایه نشده است. در این راستا و برای ارایه راه‌حلی مناسب برای مسأله مذکور در طرح آمایش استان گلستان به مشارکت‌پذیری طرح‌های آمایش توجه ویژه شد.

مبانی نظری تحقیق

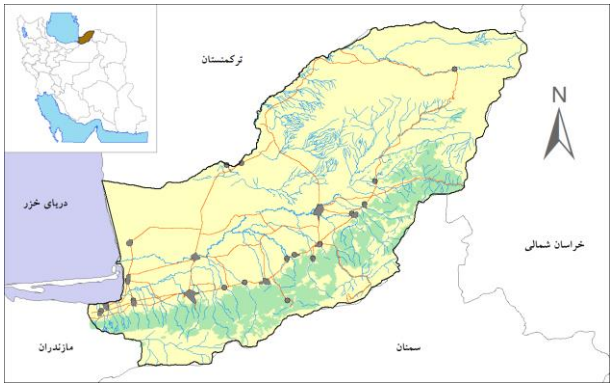
شیوه‌های اولیه ارزیابی سرزمین از روش بولین بهره می‌گرفتند و امروزه شیوه مک‌هارگ به عنوان یک الگو در سامانه اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی سرزمین مورد استفاده قرار می‌گیرد (Riveira & Maseda, 2006). مفهوم ارزیابی چندمعیاره (MCE) نیز بر پایه همان اصول اولیه پیشین طرح‌ریزی شده است و با اجرای قوانینی شفاف قادر است با ترکیبی از چندین معیار، یک شاخص از قابلیت سرزمین را برای یک کاربری خاص ارایه دهد. با در نظر گرفتن دو رویکرد برداری و رستری در سامانه اطلاعات جغرافیایی، این نوع ارزیابی قابلیت سرزمین کمتر بر پایه رویکرد بُرداری در سامانه اطلاعات جغرافیایی اجرا می‌شود (Van der Merwe, 1997). رویکرد رستری در سامانه مذکور جهت مدل‌سازی داده‌های مکانی مزایای فراوان‌تری دارد و در این راستا بسته نرم‌افزاری ایدریسی (Eastman, 2012) یک ابزار مدل‌سازی کاربردی را برای ارزیابی قابلیت سرزمین و همچنین آمایش سرزمین فراهم نموده است. طراحی سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی تخصصی به گونه‌ای است که تمامی توابع مورد نیاز برای اجرای یک فرایند خاص تجزیه و تحلیل به هم مرتبط باشند تا کاربر با انتخاب فرایند مورد نظر و تعیین پارامترهای آن، تحلیل را در یک گام انجام دهد. علاوه بر این، برای سهولت کار نیز در بیشتر سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی امکان خاصی به نام ماکرو، به منظور اجرای خودکار مدل‌ها و فرایندها، فراهم شده است که زبان آن در ایدریسی با نامIML شناخته می‌شود. یک ماکرو مجموعه‌ای از توابع به همراه متغیرهای آنها و نام فایل‌های ورودی

و خروجی است که در هر سامانه با ساختاری خاص و معین نوشته می‌شود (Makhdoum et al., 2007). خودکارسازی تصمیم‌گیری همواره به عنوان یکی از اهداف پژوهشگران بوده است (EISSA, 2013). امروزه توسعه روزافزون رایانه و فن‌آوری سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، تولید سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) را آسان‌تر کرده است. Maniezzo و همکاران (۱۹۹۸) سامانه‌های تصمیم‌یار مکانی (SDSS) را به عنوان سامانه‌های یکپارچه شده با داده‌های مکانی در یک محیط تصمیم‌گیری تعریف نموده‌اند که این یکپارچگی در قالب SDSS می‌تواند تاثیر مثبتی بر اثربخشی و عملکرد تصمیم‌گیران داشته باشد (Maniezzo et al., 1998; Coutinho-Rodrigues et al., 2011; EISSA, 2013). به طور کلی سامانه‌های تصمیم‌یار مکانی از قابلیت‌های ویژه‌ای نظیر حل مسائل تکرارپذیر، قابلیت مدل‌سازی مکانی، تحلیل و مدیریت داده‌های مکانی، حل مسائل ساختاریافته و نیمه‌ساختاریافته، رابط‌های کاربری تعاملی با کاربرد آسان، ارزیابی سناریوها، بصری‌سازی و تولید گزارش برخوردارند (Sugumaran & Degroote, 2010). خصوصیات ویژه سامانه‌های SDSS مرهون یکپارچگی ساختار آن است که پایگاه داده‌ها، مدل‌های تحلیل و مدیریت منعطف اما ساختاریافته در کنار هم، فرآیند تصمیم‌گیری را تسهیل می‌کنند. مدل MOLA به عنوان یکی از فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند هسته تحلیل‌گر سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مرتبط با تخصیص بهینه سرزمین باشد. تخصیص چندهدفه سرزمین و بهینه برای کاربری‌های مختلف بر مبنای مجموعه‌ای از اهداف تصمیم‌سازی است و تابع MOLA سرزمین را به یک یا چند کاربری به گونه‌ای اختصاص می‌دهد که چندین هدف را همزمان بهینه نماید (Dai & Ratick, 2014). یکپارچه‌سازی GIS و MOLA به طور بالقوه می‌تواند طیف وسیعی از کاربردها نظیر آمایش سرزمین، طرح‌ریزی و مدیریت جنگل، طراحی اندوختگاه و نظیر آن‌ها را در برگیرد (Dai & Ratick, 2014). در مقاله حاضر تلاش شده است نتایج مطالعه و اقدام‌های انجام شده در راستای ارایه یک سامانه پشتیبان تصمیم به‌گزینی کاربری‌های رستری و پویا برای استان گلستان ارایه و ویژگی‌های آن به تصویر کشیده شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش استان گلستان به عنوان محدوده مطالعه در نظر گرفته شد (شکل ۱). این استان با مساحتی حدود ۲۰۴۳۸ کیلومتر مربع، ۱/۳ درصد از مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد و بین ۳۶/۵ تا ۳۸/۱۳ درجه عرض شمالی و ۵۳/۸۵ تا ۵۶/۳۷ درجه طول شرقی واقع است.



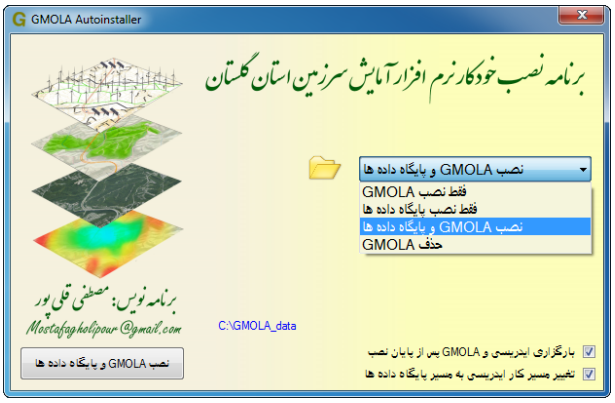
شکل (۱): موقعیت استان گلستان

طراحی و برنامه‌نویسی مدل

مدل‌های مفهومی اساس مدل‌های رایانه‌ای هستند. مولفه‌های مدل مفهومی سامانه تصمیم‌یار مکانی آمایش سرزمین پیشنهاد شده در این مطالعه بر اساس نیازهای برآورد شده در طرح مطالعاتی آمایش سرزمین استان گلستان (Salman Mahiny et al., 2014b) شکل گرفته است. مولفه‌های موجود در سامانه طراحی شده برای آمایش سرزمین استان گلستان شامل تخصیص و آمایش کاربری‌ها، مقایسه سطح کاربری‌ها پیش و پس از آمایش، به‌گزینی لکه‌های کاربری‌ها، سنجش سازگاری کاربری پیشنهادی با طرح آمایش و نمایش مستندات طرح آمایش است که در قالب پنج برگه تشکیل شده است. نسخه اولیه سامانه آمایش سرزمین با استفاده از زبان ماکرو IML در محیط ایدریسی تولید و مورد آزمون قرار گرفت. هر چند، زبان ماکرو به دلیل سادگی برای آزمون ایده‌ها و خودکارسازی فرآیندهای تکرارپذیر در محیط GIS بسیار مناسب است اما به دلیل انعطاف کم و سرعت پایین، به تنهایی برای ساخت کامل یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری کافی نیست و باید از زبان‌های برنامه‌نویسی کامل‌تر یاری جست. به این ترتیب، برای تبدیل مدل مفهومی و ذهنی به یک مدل رایانه‌ای و کاربردی، برنامه‌نویسی سامانه تصمیم‌یار مکانی آمایش سرزمین گلستان با زبان مایکروسافت ویژوال سی‌شارپ (C#) که یک زبان شی‌گرا و نوین است انجام شد.

نصب کننده خودکار سامانه

برای نصب خودکار و آسان سامانه تصمیم‌یار مکانی آمایش سرزمین گلستان و پایگاه داده‌های آن، یک رابط کاربری ویژه طراحی شد (شکل ۲) این رابط، قابلیت نصب و حذف خودکار نرم‌افزار آمایش و پایگاه داده‌های آن را بر روی رایانه فراهم می‌کند.



شکل (۲): نصب‌کننده خودکار نرم‌افزار آمایش سرزمین استان گلستان

نصب نرم‌افزار، با حداقل دخالت کاربر انجام شده و کاربر هیچگونه نیازی به اطلاعات فنی ندارد. با توجه به اینکه این برنامه تحت نرم‌افزار ایدریسی عمل می‌کند، در آغاز نصب، از کاربر در خصوص وجود برنامه ایدریسی در رایانه سوال پرسیده می‌شود و در صورت دریافت پاسخ منفی به شکل خودکار نرم‌افزار ایدریسی نصب می‌شود و سپس ادامه مراحل نصب نرم‌افزار و پایگاه داده‌ها به شکل خودکار انجام می‌شود.

پایگاه داده‌ها

پایگاه داده‌های مکانی متشکل از مجموعه‌ای از نقشه‌های رقومی و متعلقات آنهاست و شالوده سامانه‌های SDSS را شکل می‌دهد. سامانه تصمیم‌یار مکانی آمایش سرزمین استان گلستان که به عنوان نمونه در این مطالعه به آن پرداخته شده است، از یک پایگاه داده چند گیگابایتی بسیار فشرده برای تحلیل‌ها بهره می‌برد.

قابلیت‌های سامانه

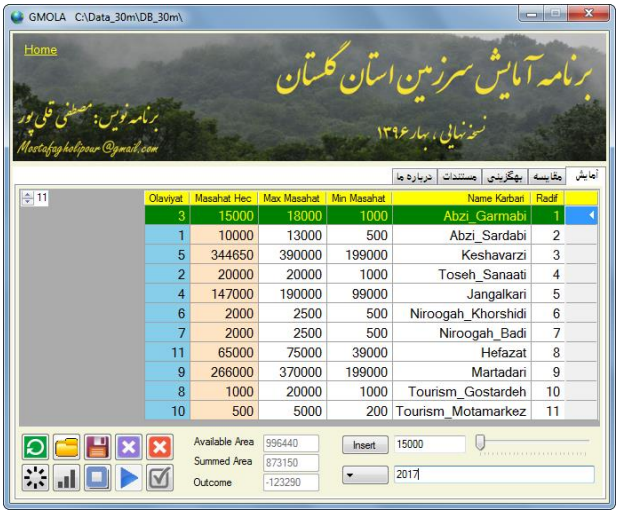
قابلیت‌های سامانه شامل ۱. ساخت سناریوی آمایش سرزمین و تخصیص کاربری‌ها، ۲. ارزیابی سازگاری کاربری پیشنهادی با طرح آمایش سرزمین، ۳. مقایسه سطح کاربری‌ها پیش و پس از آمایش، ۴. به‌گزینی کاربری‌ها و ۵. نمایش مستندات آمایش سرزمین می‌شود که در ادامه در مورد سازوکار و کاربرد هر یک به اختصار توضیح داده شده است.

ساخت سناریوی آمایش سرزمین و تخصیص کاربری‌ها

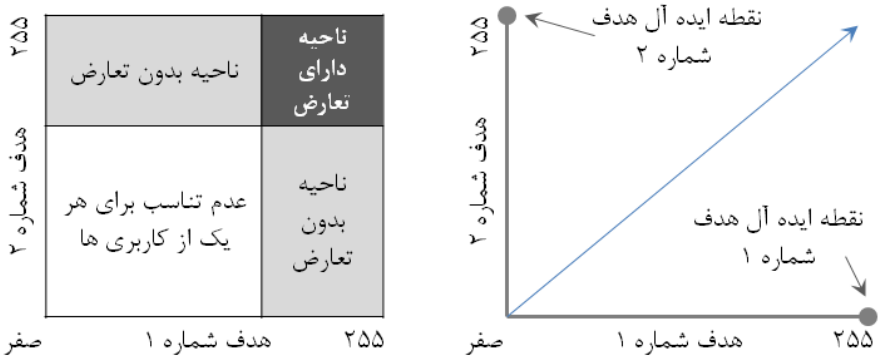
در برگه نخست نرم‌افزار طراحی شده برای آمایش سرزمین استان گلستان، با عنوان برگه آمایش (شکل ۳)، امکان انجام و تکرار آمایش سرزمین استان تحت سناریوهای مختلف مدیریتی فراهم می‌شود. ابتدا میزان مساحت قابل تخصیص به کاربری‌ها بر حسب هکتار به صورتی تعیین می‌شود که مجموع مساحت‌های تعیین شده برای کاربری‌ها برابر با کل مساحت قابل آمایش استان باشد. مساحت هر کاربری در بازه کمینه و بیشینه مساحت آن کاربری قابل تغییر است. از دیدگاه نظری، کمینه و بیشینه مساحت هر کاربری می‌تواند به ترتیب برابر با صفر و کل مساحت دارای توان بالاتر از صفر آن کاربری باشد. اما در عمل، مساحت منطقی هر کاربری معمولا مقداری معقول بین کمینه و بیشینه نظری است. برای اجتناب از نوسانات عمده در مساحت کاربری‌ها و پیشگیری از تولید سناریوهای غیرمنطقی، بازه مساحت قابل تغییر هر کاربری نسبتا محدودتر از بازه قابل تغییر نظری در نظر گرفته می‌شود. مساحت منطقی برای هر کاربری با در نظر گرفتن پارامترهایی نظیر مساحت فعلی کاربری، توان اکولوژیک کاربری، مساحت مورد نیاز استان به کاربری مذکور در حال حاضر و آینده نزدیک و سایر پارامترهای مشابه برآورد می‌شود. سپس، اولویت کاربری‌ها بر اساس راهبردها و تصمیم‌های مدیران تعیین می‌شود. در فرآیند تخصیص، کاربری‌ها بر اساس ترتیب اولویت به صورت نزولی وزن‌های حاصل از تحلیل سلسله مراتبی[۸] (AHP) را کسب می‌کنند. با اجرای مدل، فرآیند آمایش استان بر اساس مساحت‌ها و اولویت‌های تنظیم شده برای کاربری‌ها آغاز می‌شود.

سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری آمایش سرزمین استان گلستان از مدل MOLA به عنوان یکی از فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی برای تخصیص کاربری‌ها و آمایش بهره می‌برد. روش MOLA برای حل مسائل تخصیص چندهدفه سرزمین برای مواردی با اهداف متعارض با رویکرد برنامه‌ریزی توافقی[۹] فرآیندی را فراهم می‌نماید (شکل ۴) که بر اساس اطلاعات یک مجموعه نقشه‌های قابلیت، وزن‌های نسبی برای اهداف و مقدار مساحتی که قرار است برای هر هدف تخصیص یابد، با تعیین راه‌حل توافقی تناسب سرزمین برای هر هدف وزن‌دهی شده را بیشینه می‌نماید (Eastman, 2012). روش MOLA از نقشه‌های تناسب

رتبه‌بندی شده به صورت نزولی (رتبه یک یعنی بهترین) در مقیاس داده‌ای بایت (۰ تا ۲۵۵) برای هر کاربری استفاده می‌نماید. قابل ذکر است، نقشه‌های تناسب هر کاربری با استفاده از فن ارزیابی چندمعیاره (MCE) تهیه می‌شود. معمولا برای ورودی MOLA می‌توان از چندین نقشه تناسب استفاده کرد که حداکثر تعداد نقشه‌ها تا بیست نقشه است. رویه MOLA به ازای هر کاربری نیازمند یک نقشه تناسب رتبه‌بندی شده، یک وزن، یک مساحت (تعداد سلول) و یک عنوان برای راهنمای نقشه خروجی است. عدد وزن، وزن نسبی که هر کاربری در حل رقابت برای سرزمین دارد را تعیین می‌نماید. آستانه تحمل مساحتی اشاره به نقطه‌ای دارد که در آن MOLA تصمیم می‌گیرد که به اندازه کافی به نیازهای مساحتی برای کاربری‌ها جهت توقف تکرارهایش نایل شده است. آستانه مساحتی پیش فرض ۱۰۰ سلول، بیان‌گر این است که MOLA زمانی متوقف می‌شود که همه کاربری‌ها از نظر تعداد سلول، درون ۱۰۰ سلول نیاز مساحتی مورد نظرشان هستند، حال آنکه در صورت استفاده از عدد صفر یک راه‌حل دقیق یافت می‌شود. طی فرآیند پردازش MOLA که با استفاده از یک رویکرد تکراری شروع می‌شود معمولا تعدادی سلول مستعد تخصیص همزمان به چند کاربری بوده و در تعارض هستند. رویه MOLA تعارض کاربری‌ها را با تخصیص سلول‌های دارای تعارض به کاربری با تناسب وزن‌دهی شده بالاتر حل می‌نماید (Eastman, 2012).



شکل (۳): برگه آمایش با کاربرد ایجاد سناریوهای جدید تخصیص سرزمین



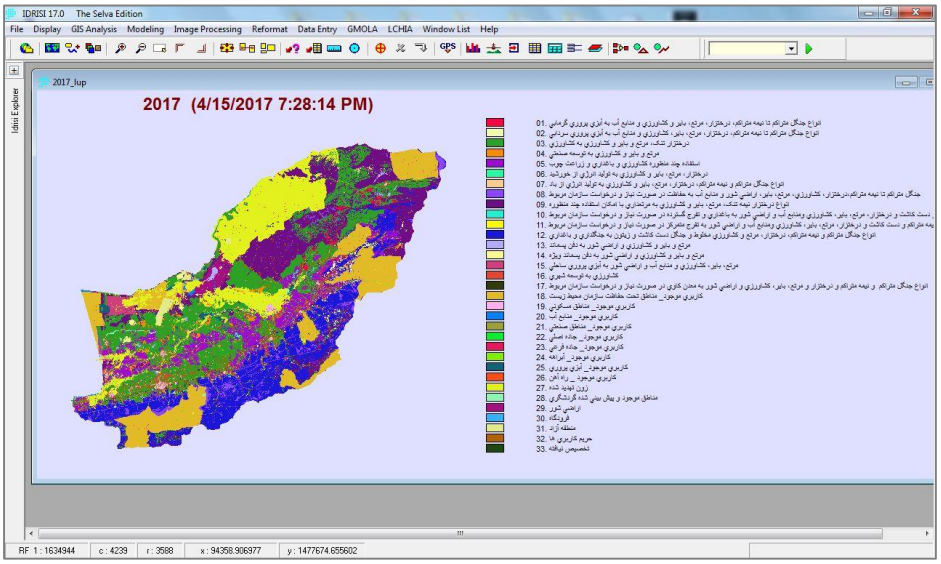
شکل (۴): انتخاب کاربری‌ها در آمایش چند منظوره سرزمین به روش MOLA (Eastman et al., 1993)

خودکارسازی آمایش سرزمین استان گلستان

در طرح آمایش سرزمین استان گلستان یازده نقشه توان اکولوژیک برای کاربری‌های کلان و دارای قابلیت شامل آبزی‌پروری گرمابی و سردابی، معرفی مناطق جدید حفاظتی، جنگل‌داری، کشاورزی، مرتع‌داری، تولید انرژی از نیروی باد و خورشید، توسعه صنعتی، تفرج گسترده و تفرج متمرکز با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره تهیه شد (Salman Mahiny et al., 2014b). تولید برق از نیروی باد و خورشید از کاربری‌های نوین در استان گلستان است. بر اساس نقشه‌های توان اکولوژیک کاربری‌های کلان، منطقه به دو بخش قابل برنامه‌ریزی و غیرقابل برنامه‌ریزی تقسیم شد. مناطق قابل برنامه‌ریزی برای یک یا بیش از یک کاربری توان دارد. از حدود دو میلیون هکتار وسعت استان گلستان تقریبا یک میلیون هکتار آن قابل آمایش و برنامه‌ریزی است. بر اساس بررسی‌های انجام شده در طرح آمایش گلستان کاربری‌های آبزی‌پروری سردابی، توسعه صنعتی و آبزی‌پروری گرمابی سه اولویت اول استان گلستان است و کاربری‌های جنگل‌داری،

کشاورزی، تولید انرژی از نیروی خورشیدی، تولید انرژی از نیروی بادی، تفرج گسترده، مرتع‌داری، تفرج متمرکز و معرفی مناطق جدید حفاظتی اولویت‌های چهارم تا یازدهم هستند. مساحت منطقی هر کاربری هم با در نظر گرفتن پارامترهایی نظیر مساحت فعلی کاربری، توان اکولوژیک کاربری، مساحت مورد نیاز استان به کاربری مذکور در حال حاضر و آینده نزدیک و سایر پارامترهای مشابه برآورد شد. بر همین اساس، کمترین مساحت مورد نیاز برای کاربری‌های تفرج متمرکز و گسترده و بیشترین مساحت مورد نیاز برای کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری بدست آمد.

مساحت‌ها و اولویت‌های کاربری‌ها در برگه آمایش نرم‌افزار (شکل ۳) وارد و به صورت یک سناریوی آمایش سرزمین ذخیره شد. نرم‌افزار برای تخصیص کاربری‌ها با مساحت‌ها و اولویت‌های تعیین شده در سناریو، مدل MOLA را برای تخصیص کاربری‌ها و آمایش کاربری‌های رقیب اجرا کرد. بسته به قدرت پردازش رایانه میزبان، پردازش MOLA می‌تواند از چند دقیقه تا چند ساعت طول بکشد. این مرحله برای استان گلستان با تعداد بیش از یازده میلیون سلول نقشه‌ای قابل برنامه‌ریزی و تعداد ۱۱ نقشه توان اکولوژیک کاربری‌های کلان در رایانه‌ای با پردازنده دو گیگاهرتزی و حافظه موقت دو گیگابایتی حدود پنج ساعت و در یک رایانه با پردازنده ۲/۹ گیگاهرتزی و حافظه موقت هشت گیگابایتی تنها پنج دقیقه طول کشید. در پایان، نقشه چینش بهینه کاربری‌ها در استان گلستان با راهنمای فارسی به صورت خودکار نمایش داده شد (شکل ۵). در واقع، سناریوهای آمایش سرزمین با استفاده از ترکیب‌های مختلفی از مساحت‌ها و اولویت کاربری‌ها می‌توانند ساخته شوند که حاصل هر سناریو نیز یک نقشه چینش بهینه کاربری‌ها به عنوان گام نخست آمایش سرزمین است. قابل ذکر است، ساخت سناریوهای ترکیبی از مساحت‌ها و اولویت کاربری‌ها می‌تواند بر مبنای نیازها و آینده‌نگری آمایش سرزمین استان باشد.



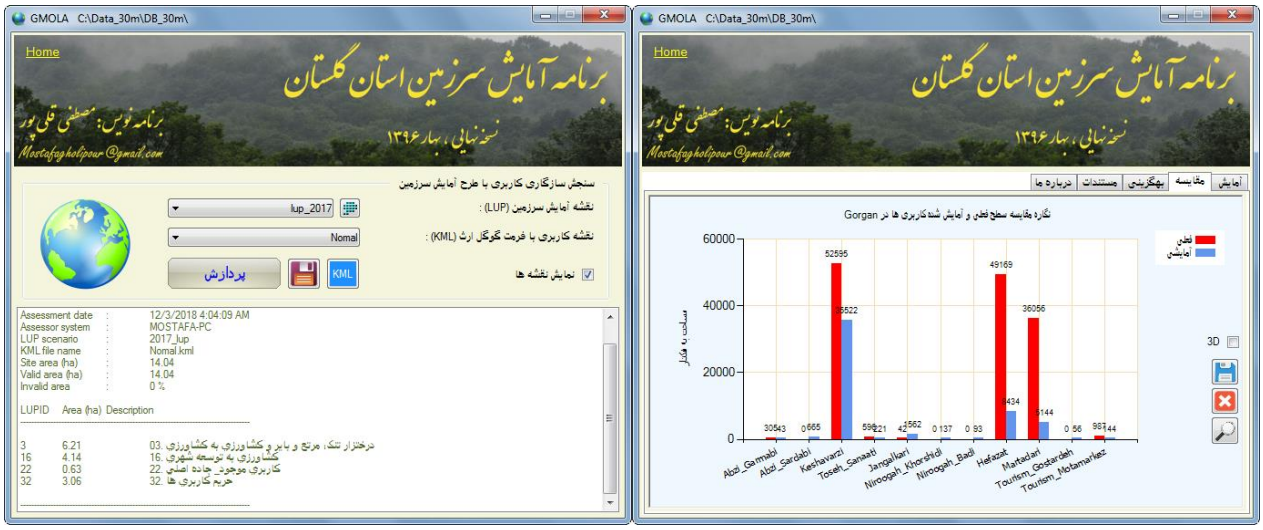
شکل (۵): نقشه آمایش کاربری‌های کلان استان گلستان

ارزیابی سازگاری کاربری پیشنهادی با طرح آمایش سرزمین

برای ارزیابی مجاز بودن یک کاربری پیشنهادی برای یک منطقه از نظر طرح آمایش سرزمین ابزاری تحت عنوان سنجش سازگاری کاربری با طرح آمایش سرزمین (شکل ۶ چپ) در نظر گرفته شده است که عملیات نرم‌افزاری یاد شده را به شکل خودکار اجرا می‌کند. در این برگه با تعیین نقشه سناریوی آمایش سرزمین و بارگزاری فایل KML پلی‌گونی کاربری پیشنهادی که در نرم‌افزار Google earth آماده شده است، سازگاری کاربری با سناریوی آمایش سرزمین سنجیده می‌شود. ابتدا فایل KML فراخوانی شده و به فرمت ایدریسی تبدیل و مساحت آن بر حسب هکتار محاسبه می‌شود. سپس، کاربری‌های تخصیص یافته در سناریوی آمایش سرزمین که در محدوده کاربری پیشنهادی واقع شده‌اند استخراج شده و مساحتشان بر حسب هکتار گزارش می‌شود. این ابزار امکان بررسی سریع کاربری‌های مجاز از نظر آمایش سرزمین در محدوده پیشنهادی را ممکن می‌سازد. این کار در واقع همان مقایسه توان اکولوژیک و کاربری پیشنهادی است.

مقایسه سطح کاربری‌ها پیش و پس از آمایش

برگه مقایسه، نتیجه سناریوی آمایش سرزمین را با شرایط فعلی به صورت مساحت کاربری‌های هر شهرستان به صورت نموداری مقایسه می‌کند (در اینجا مساحت بر حسب هکتار است) (شکل ۶ راست). بر این اساس تصمیم‌گیران می‌توانند از میزان تغییرات مساحت کاربری‌ها پیش و پس از آمایش در هر شهرستان آگاه شوند و برای تحقق اهداف طرح آمایش در هر شهرستان برنامه‌ریزی نمایند.



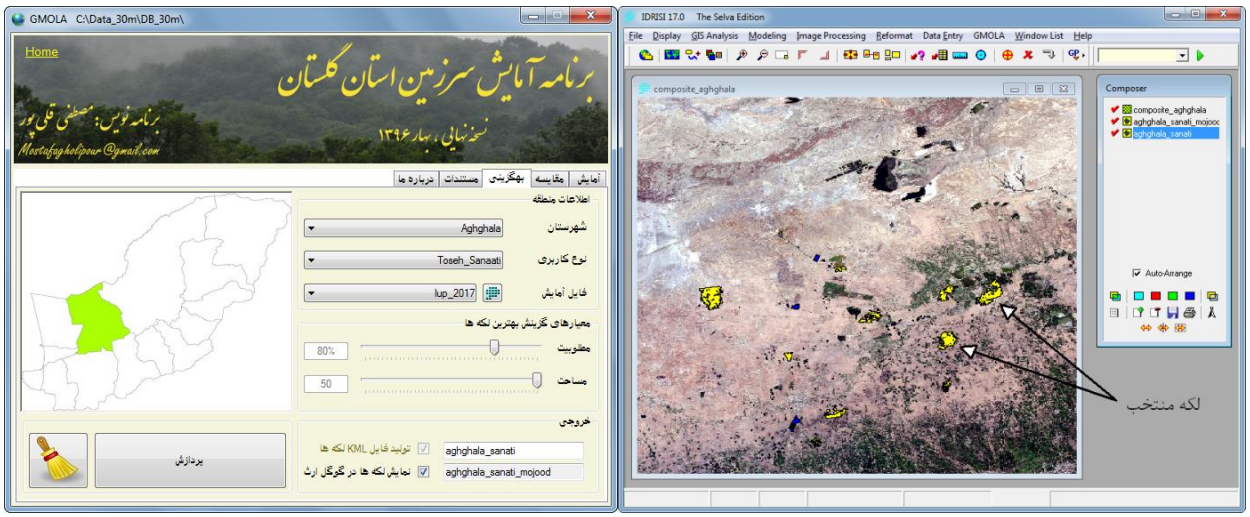
شکل (۶): برگه سنجش سازگاری کاربری با طرح آمایش سرزمین (تصویر چپ) و برگه مقایسه سطح کاربری‌ها پیش و پس از آمایش در هر شهرستان (تصویر راست)

به‌گزینی کاربری‌ها

با کمک پنجره به‌گزینی (شکل ۷ چپ) می‌توان ده لکه برتر از هر کاربری در هر شهرستان را برپایه نتیجه سناریوی آمایش سرزمین برای توسعه کاربری، استخراج و اولویت‌بندی کرد. نخست ده لکه از کاربری مورد نظر در شهرستان منتخب و در مناطق مجاز از نظر نقشه سناریوی آمایش و دارای کمینه تناسب و مساحت مورد نظر استخراج می‌شود. سپس، لکه‌های استخراج شده بر اساس متوسط تناسبشان از یک تا ده اولویت‌بندی می‌شوند. سپس، لکه‌های موجود از کاربری مورد نظر (آبی) و ده لکه پیشنهادی اولویت‌بندی شده (زرد) بر روی تصویر ماهواره‌ای شهرستان نمایش داده می‌شوند (شکل ۷ راست). از باندهای آبی، سبز و قرمز تصویر ماهواره لندست ۸ برای تهیه ترکیب‌های رنگی شهرستان‌ها استفاده شده است که برای نمایش موقعیت مکانی لکه‌های به‌گزینی شده در شهرستان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر جزئیات بیشتری در مورد موقعیت جغرافیایی لکه‌های پیشنهادی نیاز باشد با انتخاب گزینه نمایش لکه‌ها در گوگل ارث، پس از پایان پردازش لکه‌ها به صورت خودکار در نرم‌افزار Google earth بارگزاری شده و نمایش داده می‌شود. ابزار به‌گزینی لکه‌ها استفاده بهینه از سرزمین را مبتنی بر استعداد بوم‌شناختی و سایر ملاحظات آمایش سرزمینی میسر ساخته و کارایی طرح آمایش سرزمین را بهبود می‌بخشد.

نمایش مستندات آمایش سرزمین

در این پنجره (شکل ۸)، خلاصه اهدافی که در چشم انداز هر شهرستان مطابق برنامه‌ریزی و طرح آمایش در سال‌های آتی تعیین شده است، قابل مشاهده و چاپ است. علاوه بر این، تمامی روش‌ها و نتایج تحلیل‌های آماری بخش‌های اکولوژیک، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و آینده‌نگری طرح آمایش سرزمین به صورت متن، نگاره و جدول با فرمت PDF در این قسمت وجود دارد تا در صورت نیاز، سریع در دسترس قرار گیرد. تسهیل در برنامه‌ریزی و مدیریت از مزایای مرور مستندات یاد شده در هر شهرستان است که پس از مقایسه نتیجه آمایش سرزمین با شرایط فعلی هر شهرستان از دیدگاه مساحت کاربری‌ها، صورت می‌گیرد.



شکل (۷): برگه به‌گزینی لکه‌های کاربری‌ها (چپ) و لکه‌های به‌گزینی شده کاربری توسعه صنعتی (راست، پیکان‌ها لکه‌های منتخب را روی تصویر رنگی لندست نشان می‌دهند.)

شکل (۸): برگه نمایش مستندات آمایش سرزمین شهرستان‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر به ارایه یک روش جدید به منظور آرایش مشارکتی کاربری‌ها با استفاده از یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری پرداخت که برای اولین بار در ایران طراحی و برنامه‌نویسی شده است. منظور از آرایش مشارکتی کاربری‌ها در این مطالعه، مشارکت‌پذیری همه گروه‌های گرودار آمایش سرزمین در فرآیند تخصیص کاربری‌ها با تغییر محدود و مجاز در مساحت‌ها و رتبه‌های کاربری‌های کلان است تا با تولید نتایج جدیدی که مورد وفاق بیشتری است اجرای نتایج نیز از تضمین بالاتری برخوردار باشد. این سامانه برای استان گلستان آزمون شد و نتایج آن نشان‌دهنده موفقیت این سامانه در زمینه امکان بهبودبخشی مشارکت‌پذیری طرح‌های آمایش سرزمین از طریق تسهیل تکرارپذیری فرآیند تخصیص و آمایش کاربری‌ها تحت سناریوهای مختلف است. بررسی نتایج نشان داد، سامانه تصمیم‌یار مکانی (SDSS) آمایش سرزمین استان گلستان امکان استفاده موثر و بهینه از نتایج طرح آمایش استان را فراهم آورده است. یکی از مهمترین ویژگی‌های این سامانه آن است که فرآیند چینش کاربری‌ها در آمایش سرزمین را برای کل منطقه مورد مطالعه (استان گلستان) در یک گام انجام می‌دهد و مقایسه مساحت کاربری‌ها پیش و پس از آمایش و به‌گزینی لکه‌ها طبق نتیجه آمایش در هر شهرستان به صورت مجزا صورت می‌گیرد. از فواید اجرای آمایش یکپارچه کل استان در هر سناریو این است که توزیع متعادل کاربری‌ها در استان را ممکن می‌سازد. از دیگر ویژگی‌های استفاده از سامانه طراحی شده این است که امکان استفاده سودمند از داده‌ها و اطلاعات موجود را بیشینه و زمان پردازش‌های مورد نظر را کمینه می‌کند. لازم به توضیح است که دقت و صحت نتایج همه سامانه‌های SDSS از جمله SDSS آمایش سرزمین گلستان به طور مستقیم تحت تاثیر دقت و صحت داده‌های موجود در پایگاه داده‌ها است. مهم‌ترین داده‌های مورد نیاز سامانه مذکور به عنوان پایگاه داده برای راه‌اندازی آن در استان‌های دیگر شامل نقشه‌های توان اکولوژیک کاربری‌های کلان، نقشه کاربری اراضی، تصویر ماهواره‌ای شهرستان‌های استان، نقشه مرز شهرستان‌ها و مستندات استانی و شهرستانی طرح آمایش سرزمین با فرمت PDF است.

هر چند زمان زیادی برای طراحی و برنامه‌نویسی این نرم‌افزار صرف شده است، ولی تحقیقات برای توسعه نرم‌افزار به منظور برخورداری از امکانات و قابلیت‌های بیشتر آن در جهت استفاده موثرتر از طرح‌های آمایش سرزمین ادامه دارد و نسخه جدیدی از این نرم‌افزار با امکانات بیشتر و با قابلیت تعمیم به سایر مناطق ایران و جهان توسط نویسندگان این مقاله در دست تهیه و آزمون است. هسته آمایش‌گر سامانه مذکور تابع تخصیص چندهدفه سرزمین (MOLA) است که قابلیت بسیار خوبی در پردازش لایه‌های اطلاعاتی نسبتا بزرگ در مقیاس استان و حتی وسیع‌تر دارد. لازم به ذکر است، هر چه شباهت نقشه‌های توان بوم‌شناختی کاربری‌های مختلف زیاد باشد کار مدل‌های آمایش سرزمین نظیر MOLA برای حل تعارض کاربری‌ها مشکل‌تر خواهد بود. Crossland و همکاران (۱۹۹۵) که تاثیر کاربرد فن‌آوری GIS را به صورت SDSS مورد مطالعه قرار داده‌اند چنین گفته‌اند که SDSS می‌تواند بیان‌کننده ارتباط گمشده بین تصمیم‌گیران با مدل‌های پیچیده رایانه‌ای باشد. علاوه بر این، تصمیم‌ها و راه‌حل‌های توسعه یافته توسط تصمیم‌گیران با SDSS سریع‌تر بوده و با خطاهای کمتری همراه هستند (EISSA, 2013). همچنین، به نظر می‌رسد کیفیت فرآیند تصمیم‌گیری و خروجی‌های SDSS ارتباط زیادی با استفاده از منابع موجود (نظیر زمان، داده و کارشناسان) دارد (EISSA, 2013). به این ترتیب، با استفاده از سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری آمایش سرزمین گلستان، تصمیم‌گیران اصلی استانی می‌توانند در کارگاه‌های کوچک با نشستی چندساعته و تغییر محدود و مجاز در مساحت‌ها و رتبه‌های کاربری‌ها نتایج جدیدی تولید کنند که مورد وفاق بیشتری باشد تا از نظر اجرای نتایج نیز با تضمین بالاتری همراه باشد. در واقع، این نرم‌افزار به نوعی نقش سامانه What-if (چه خواهد شد اگر) را ایفا می‌کند و گروداران در کنار هم می‌توانند نتایج سناریوهای مختلف مساحت و رتبه کاربری‌ها را در تخصیص سرزمین ببینند و برای آن به اجماع برسند. سامانه SDSS آمایش سرزمین گلستان توابع GIS را به شکل موثری برای مدیریت، تحلیل و نمایش داده‌ها ترکیب می‌نماید و یک روش منحصر به فرد برای حل مسائل آمایش سرزمین با انواع مختلف محدودیت‌ها و هدف‌ها فراهم می‌آورد. سامانه آمایش سرزمین گلستان ابزارهایی برای به‌گزینی لکه‌های جدید کاربری‌ها طبق نقشه آمایش و ارزیابی سازگاری کاربری پیشنهادی برای یک منطقه با طرح آمایش سرزمین دارد که استفاده مفید از نتایج طرح آمایش سرزمین را میسر می‌سازد.

پیشنهادها

با توجه به کارآمدی سامانه SDSS آمایش سرزمین گلستان در حل مسائل آمایش سرزمین با تعداد زیادی لایه تناسب کاربری‌ها در سطح وسیع و همچنین انعطاف سامانه برای استفاده در دیگر مناطق، پیشنهاد می‌شود در سایر استان‌ها نیز از سامانه یاد شده برای خودکارسازی طرح آمایش سرزمین در راستای بهبود کارایی فرآیند تصمیم‌گیری و نیل به سوی توسعه پایدار و درخور استفاده شود.

یادداشت‌ها

1. Golestan Multi-Objective Land Allocation
2. Spatial Decision Support System
3. Decision Support System
4. Multi-Objective Land Allocation
5. Simulated Annealing
6. Spatial Decision Support System for Land Use Planning of Iran
7. Interactive Component Modeling System
8. Analytic Hierarchy Process
9. Compromise Programming

منابع

Coutinho-Rodrigues, J., Simão, A., & Antunes, C. H. 2011. A GIS-based multicriteria spatial decision support system for planning urban infrastructures, Decision Support Systems, 51(3): 720-726.

Crossland, M. D., Wynne, B. E., & Perkins, W. C. 1995. Exploring the Next Generation of Decision Support, Spatial decision support systems: An overview of technology and a test of efficacy, Decision Support Systems, 14(3): 219-235.

Dai, W., & Ratick S. J. 2014. Integrating a Raster Geographical Information System with Multi-Objective Land Allocation Optimization for Conservation Reserve Design, Transactions in GIS 18(6): 936–49.

Eastman, J. R., Toledano, J., Jin, W., & Kyem, P. A. K. 1993. Participatory multi-objective decision-making in GIS, In AUTOCARTO-CONFERENCE (p.33). ASPRS AMERICAN SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY.

Eastman, J. R. 2012. IDRISI Selva Tutorial, Manual Version 17.0, Clark University, January 2012 Available: http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/eng/gis/idrisi_selva_tutorial.pdf, [Accessed Feb 10, 2019].

EISSA, A. 2013. Spatial Decision Support System for Infrastructure Resource allocation, Master Thesis Presented, Faculty of Geoinformation Sciences and Observation of Earth of the University of Twente, Enschede.

Geneletti, D., & Duren, I. 2008. Protected area zoning for conservation and use: A combination of spatial multicriteria and multiobjective evaluation, Landscape and Urban Planning, 85: 97-110.

Hajeforooshnia, S., Soffianian, A., Salman Mahiny, A., & Fakheran, S. 2011. Multi objective land allocation (MOLA) for zoning Ghamishloo Wildlife sanctuary in Iran, Journal for nature conservation, 19: 254-262.

Kamyab, H. R., Salmanmahiny, A. R., & Shahraini. M. 2016. LAGA: Software for Landscape Allocation Using Genetic Algorithm, International Journal of Environmental Resources Research, 4(2): 153-166.

Makhdoum, M. F. 2006. Fundamental of land use planning. Tehran University publications, 289p. [in Persian].

Makhdoum, M. F., Darvish Sefat, A., & Jafarzadeh, H. 2007. Environmental Evaluation and Planning by Geographic Information System. University of Tehran, Iran, 304p. [in Persian].

Maniezzo, V., Mendes, I., & Paruccini, M. 1998. Decision support for siting problems, Decision Support Systems, 23(3): 273-284.

Naimi, B. 2010. Development of an environmental decision support system (EDSS) for land use planning based on modern multi-criteria/multi-purpose assessment methods (case study: Golestan province), PhD thesis, Islamic Azad University of Science and Research of Tehran. 185 p. [in Persian].

Riveira, I. S., & Maseda, R. C. 2006. A review of rural land-use planning models, Environment and Planning B: Planning and Design, 33(2): 165-183.

Sadoddin, A., Alvandi E., & Sheikh, V. B. 2015. Developing a Decision Support System for Participatory and Integrated Management of the Chel-Chai Watershed, Golestan Province. Journal of Watershed Management Research. 6(11), 124-136 [in Persian].

Salman Mahiny, A., Asadolahi, Z., Saied Sabaee M., Kamyab H. R., & NasirAhmadi K. 2014a. A Comparison of Simulated Annealing (SA) and Multi Objective Land Allocation (MOLA) for Solving the Problem of Multi-Objective Land Allocation. Iranian Journal of Applied Ecology, 3(9) :1-13 [in Persian].

Salman Mahiny A., et al. 2014b. Updating Goletan's Land Use Planning, Management and planning organization of Golestan province. [in Persian].

Salman Mahiny A., et al. 2016. Updating Goletan's Land Use Planning, Management and planning organization of Golestan province. [in Persian].

Santé, I. & Crecente, R. 2005. Models and Methods for Rural Land Use Planning and Their Applicability in Galicia (Spain), AESOP (Association of European Schools of Planning).

Sharma, S. K., & Lees, B. G. 2004. A comparison of simulated annealing and GIS based MOLA for solving the problem of multi-objective land use assessment and allocation, In Proceedings of the 17th International Conference on Multiple Criteria Decision Analysis.

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

Van der Merwe, J, H. 1997. GIS-aided land evaluation and decision-making for regulating urban expansion: A South African case study, GeoJournal, 43: 135-151.