پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۱۲، شماره ۲۳، بهار و تابستان ۱۴۰۰، از صفحه ۲۷ تا ۳۹

Dor: 20.1001.1.20089597.1400.12.23.3.3

تهیه یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری اولیه ارزیابی اثرات محیط‌زیستی به روش ریاضی در نرم‌افزار اکسل

رویا یدره[۱]، علیرضا میکائیلی تبریزی*[۲]، عبدالرسول سلمان ماهینی[۳]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۲. دانشیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۳. استاد گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۰۷؛ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۴/۰۷)

چکیده

ارزیابی اثرات توسعه به‌عنوان ابزار مدیریتی مهم و کارآمد در اختیار برنامه‌ریزان است تا براساس آن، اثرات بالقوه محیط‌زیستی یک طرح توسعه‌ای شناسایی و گزینه‌های موثر برای رفع یا کاهش اثرات منفی آن پیشنهاد شود. یکی از راه‌های بهبود ارزیابی آثار محیط‌زیستی با توجه به شرایط کشور ما ارتقای روش ماتریس است. برای این کار، از ماتریس ریاضی استفاده می‌شود و در آن با به‌کارگیری عوامل بزرگی، وسعت و مدت اثر، اثرات هم‌بیشی و تجمعی، متغیرهای کیفی و عوامل جبران اثر و اختلاف نظر امکان تعامل سازنده میان توسعه‌دهندگان و ارزیابان فراهم می‌شود و نتایج جامع‌تری به‌دست می‌آید. با توجه به محدودیت زمان در انجام ارزیابی اثرات و ضرورت اتخاذ تصمیمات صحیح و برای قابل درک‌تر نمودن نتایج حاصل از ماتریس ریاضی، تهیه یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری در نظر گرفته شد. سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری سیستمی‌است که با استفاده از منابع انسانی و قابلیت‌های رایانه به حل مسایل پیچیده کمک می‌کند و کیفیت تصمیم را بهبود می‌بخشد و دارای تعامل مستقیم با کاربر است که کارآیی را افزایش می‌دهد و می‌تواند به ارتقای یادگیری و امکان استفاده از آن‌ها توسط کارشناسان و مبتدیان کمک کند. برای تهیه سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری اولیه از محیط برنامه‌نویسی نرم‌افزار اکسل، ماکرونویسی، جدول‌های محوری و توابع سلولی بهره گرفته شد. این سامانه به شکلی طراحی شد که فعالیت‌های پروژه و پارامترهای تحت تاثیر، به جای این که در سطر و ستون وارد شوند، در دو ستون مجاور هم قرار می‌گیرند و تنها از روش ریاضی برای ارزیابی اثرات استفاده می‌شود. فعالیت‌های مرتبط با هجده طرح توسعه مشمول ارزیابی اثرات محیط‌زیستی به این سامانه اضافه شد. استفاده از اکسل و محیط برنامه‌نویسی آن، تا حد زیادی به انعطاف‌پذیری این سامانه کمک نمود. با استفاده از امکانات و ابزارهای اکسل نتایج ارزیابی به شکل نمودار و جدول قابل مشاهده هستند و براساس آن‌ها روند تصمیم‌گیری در مورد طرح توسعه تا حد زیادی تسهیل خواهد شد.

کلید واژه‌ها: ارزیابی اثرات توسعه، ماتریس ریاضی، سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری، اکسل

* نویسنده مسئول: Email: amikaeili@gau.ac.ir

سرآغاز

هدف اولیه ارزیابی اثرات توسعه، تشویق توجه به محیط‌زیست در برنامه‌ریزی‌های عمرانی و در نهایت انجام فعالیت‌های سازگارتر با محیط‌زیست است (Drayson, and Thompson, 2013). فرایند تهیه و بررسی گزارش ارزیابی محیط‌زیستی طرح‌ها و پروژه‌ها با چالش‌ها، مسایل و مشکلاتی در بخش‌های مختلف مواجه بوده است (Rahmati, 2012) و ممکن است درگیری‌هایی را میان تصمیم‌گیران به وجود آورد (Makhdoum, 2002) زیرا، تصمیم‌گیری توسط انسان‌ها شامل فرایندهای بسیار پیچیده است (Ghiaseddin, 1986). از طرف دیگر آهنگ شتابان توسعه اقتصادی و اجتماعی در ایران در دهه‌های اخیر، پژوهشگران محیط‌زیست را با چالش‌های جدی و نو در خصوص روش‌های پاسخگویی به نیازهای پژوهشی- اجرایی توسعه روبه‌رو کرده است. از سویی، روش‌های مرسوم ارزیابی اثرات توسعه با انتقادهای به نسبت زیادی از طرف متخصصان رو به رو است. از سوی دیگر، بستر نظری و عملی مناسب برای اجرای روش‌های نوین ارزیابی اثرات در ایران چندان فراهم نشده است. در این میانه، نیاز به ارتقای روش‌ها و مفاهیم مورد استفاده در ارزیابی اثرات توسعه بیش از پیش احساس می‌شود (Salman Mahiny et al., 2011). یکی از راه‌های رسیدن به ارزیابی آثار محیط‌زیستی با توجه به شرایط کشور ما بهبود ماتریس‌ها است (Mazlum & Mikaeili, 2012). ماتریس ریاضی یکی از انواع ماتریس‌هاست که توسط بوخورکوئز- تاپیا[1] و همکارانش معرفی شد که بازدهی و دقت ماتریس‌ها را افزایش می‌دهد (Bojorquez-Tapia et al., 1998). ماتریس ریاضی هم مانند ماتریس‌های دیگر ارزیابی آثار شامل چند عامل محیط‌زیستی، چند فعالیت پروژه‌ای و چند اثر متقابل است. همچنین در این ماتریس راه‌حل‌هایی برای کاهش اثرات منفی ارایه می‌شود. روش ماتریس ریاضی با داشتن انعطاف‌پذیری و دخالت دادن عوامل جبران اثر و اختلاف نظر، امکان تعامل سازنده میان توسعه‌دهندگان و ارزیابان را فراهم می‌آورد و نتیجه جامع‌تری نسبت به روش‌های ذهنی به‌دست می‌دهد. بنابراین، به کارگیری این روش نیز جهت ارتقای روش‌های ارزیابی اثرات پیشنهاد می‌شود (Mirzaei et al., 2014). با توجه به مطالب گفته شده و سیاست‌های توسعه‌ای کشور مبنی بر واگذاری فعالیت‌ها به بخش‌های تعاونی و خصوصی و عمومی غیردولتی (Article 44 of the Constitutional Low, 2005)، نیاز به روش‌هایی‌است که در مدت زمان کوتاه بتوان با آن به نتایج جامع و عینی رسید. روش ماتریس ریاضی یکی از این روش‌هاست که به‌دلیل انعطاف‌پذیری، دقت بالا و قابلیت آن برای ارزیابی عینی‌تر و جامع می‌تواند یک روش قدرتمند برای انجام پروژه‌های ارزیابی اثرات محیط‌زیستی باشد، که به دلیل انجام دستی مدت زمان بیشتری را نسبت به روش‌های معمول ارزیابی که در کشور استفاده می‌شود می‌طلبد. به همین دلیل، این روش در کشور ما زیاد مورد توجه قرار نگرفته است. بنابراین، نیاز است این روش به صورت یک سامانه پشتیبان اولیه تهیه شود تا بتوان در مدت زمان کوتاهی به ارزیابی و مقایسه گزینه‌های موجود در طرح‌ها و پروژه‌ها پرداخت و نتایج را به صورت واضح و گویا در قالب جدول و نمودار نمایش داد تا قابلیت درک نتایج آن برای همگان میسر شود. در ادامه، مطالعات صورت گرفته در زمینه انجام ارزیابی اثرات به کمک سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری آورده شده است. کالرنی و همکاران از یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی زیرساخت‌های حمل و نقل استفاده کردند. آن‌ها با بیان این که ارزیابی اثرات توسعه روشی ذهنی و شامل عدم اطمینان است و ممکن است درگیری‌هایی را میان تصمیم‌گیرندگان به وجود آورد، از یک نرم‌افزار تعاملی برای شناسایی، تجزیه و تحلیل سرزمین، برآورد تاثیر و تصمیم‌گیری استفاده کردند، که به سازماندهی این روش در یک مسیر منطقی، با قابلیت تکرار و شفافیت آن کمک می‌کند (Colorni et al., 1999). پراتو از یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی برای ارزیابی اثرات تغییرات چشم‌انداز در اکوسیستم‌های بزرگ استفاده نمود (Prato, 2001). آذری دهکردی و خزایی، با بیان این که ارزیابی اثرات توسعه بر محیط‌زیست و نظریه اقتصاد محیط‌زیست برای اندازه‌گیری ظرفیت محیط‌زیستی مفید هستند، ولی نتایج حاصل از آن‌ها برای سنجش کیفیت همیشه موثر نیست (Azari & Khazaei, 2009) . از مدل تخریب به عنوان یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری برای حل این مشکلات بهره گرفتند. رویز و فرناندز، از یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مبنی بر سامانه اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی عملکرد محیط‌زیستی در ساخت و ساز استفاده کردند (Ruiz & Fernández, 2009).

همچنین با استفاده از یک سامانه پشتیبان تصمیم فضایی مبتنی بر وب و براساس رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره، ارزیابی اثرات پروژه احداث نیروگاه‌های انرژی را در اندلس اسپانیا انجام شد (Wanderer & Herle, 2015).

مواد و روش‌ها

معرفی ماتریس ریاضی

در ماتریس ریاضی موردنظر ما، متغیرها در سه گروه متغیرهای اساسی یا پایه (بزرگی[۲]، وسعت[۳] و مدت اثر[۴])، متغیرهای اضافی یا کمکی (هم‌بیشی[۵]، اثر تجمعی[۶] و اختلاف نظر[۷]) و متغیرهای کیفی (اطلاعات پشتیبان، احتمال بروز اثر، اطمینان پیش‌بینی و استانداردها) بررسی می‌شوند. متغیرهای پایه باید برای همه فعالیت‌ها بررسی شود ولی متغیرهای کمکی و کیفی می‌توانند حضور نداشته باشند. همچنین در این ماتریس راه‌حل‌هایی برای کاهش اثرات منفی ارایه می‌شود. متغیرهای پایه شامل بزرگی یا شدت اثرات (M)، وسعت اثرات فضایی یا فاصله‌ای (E) و مدت اثرات (D) است. متغیرهای پایه از یک تا نه طبقه‌بندی می‌شوند، اثرات پایه در هر پروژه‌ای وجود دارند و ارزش این متغیرها نمی‌تواند صفر باشد (حداقل ارزش آن یک است). هم‌پوشانی اثرات پایه طبق معادله (۱) محاسبه می‌شود:

$$MEDij=1/27(Mij+Eij+Dij) \quad (۱)$$

متغیرهای اضافی شامل اثرات هم‌بیشی (S)، اثرات تجمعی (A) و اختلاف نظر (C) در مورد ارزش‌های داده شده است. متغیرهای اضافی می‌توانند بسته به فعالیت توسعه، زمان و بودجه وجود نداشته باشند. به همین دلیل از صفر تا نه طبقه بندی می‌شوند. هم‌پوشانی اثرات طبق معادله (۲) محاسبه می‌شود:

$$SACij=1/27(Sij+Aij+Cij) \quad (۲)$$

متغیرهای کیفی شامل اطلاعات پشتیبان (Su)، احتمال بروز اثر (Pro)، اطمینان پیش‌بینی (Con) و وجود استانداردها (Stan) است. متغیرهای کیفی بسته به فعالیت توسعه می‌توانند وجود داشته یا نداشته باشند. به همین دلیل از صفر تا نه طبقه‌بندی می‌شوند. هم‌پوشانی اثرات کیفی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$EX=1/36\ (Su+Pro+Con+Stan) \quad (۳)$$

که در آن M_{ij} بزرگی، E_{ij} وسعت فاصله‌ای یا مکانی، D_{ij} دوره زمانی، S_{ij} اثر هم‌بیشی، A_{ij} اثر تجمعی، C_{ij} اختلاف نظر، Su اطلاعات پشتیبان، Pro احتمال بروز اثر، Con اطمینان پیش‌بینی، Stan استانداردهای موجود تعریف می‌شود.

$$(3/27) \leq MEDij \leq 1,0 \leq SACij \leq 1,0 \leq EX \leq 1$$

اثر (I) فعالیت پروژه (j) بر عامل محیطزیستی (i) طبق معادله (۴) محاسبه می‌شود:

$$Iij=MEDij\ (1-SACij)(1-EX) \quad (۴)$$

معنی‌داری اثرات از معادله (۵) حاصل می‌شود:

$$Gij=Iij\ .\ [1-(Tij\ /9)] \quad (۵)$$

برای جبران اثرات (T_{ij}) ارزش صفر تا نه در نظر گرفته می‌شود. سرانجام معنی‌داری اثرات (G) به صورت جدول (۱) محاسبه می‌شود

(Mazlum et al., 2014; Mirzaei et al., 2014; Bojorquez-Tapia et al., 1998):

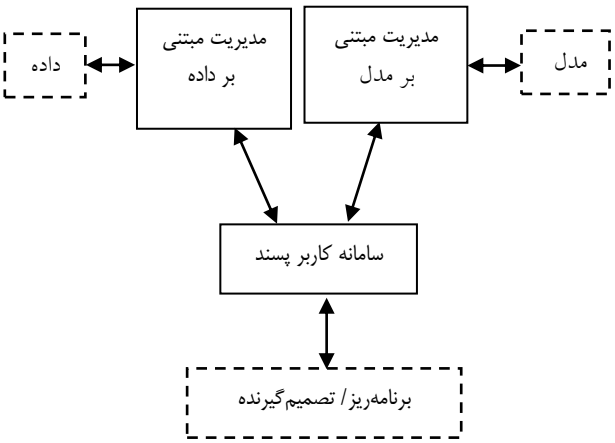
جدول (۱): تعیین میزان معنی‌داری اثرات

کلاس معنی‌داری		مقدار G_{ij}
کم	V	۰ –۰/۲۴
متوسط	M	۰/۲۵ –۰/۴۹
زیاد	H	۰/۵۰ –۰/۷۴
بسیار زیاد	VH	۰/۷۵ –۱/۰۰

سامانه‌های پشتیان تصمیم‌گیری

سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری ابزارهای مبتنی بر محاسبات هستند که به کاربران در تصمیم‌گیری کمک می‌کنند. پژوهش در مورد این سامانه‌ها به اواسط سال ۱۹۶۰ مربوط می‌شود (Alter, 1980). از انواع مختلف سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری می‌توان سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری محیطزیستی را نام برد. با توجه به نگرانی روزافزون برای سلامت بشر و محیطزیست طبیعی، سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری محیطزیستی پتانسیل واقعی برای کمک به جوامع پایدار را دارند (Maciag, 2006). سابقه استفاده از سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در محیطزیست به مدیریت یکپارچه سواحل معطوف می‌شود. دلیل استفاده از این روش، چند معیاره بودن و تنوع بالای اکوسیستم‌های چنین مناطقی بود که به شکل‌های مختلف و با اثرات متفاوتی در محیط ایفای نقش می‌کردند. برای رسیدن به این هدف به کارگیری یک الگوی جامع که شامل معیارها و اثرات توسعه‌ای باشد، ضروری است (Najafi et al., 2010). سامانه پشتیبانی تصمیم را به عنوان سامانه‌ای برای پشتیبانی تصمیم‌گیرندگان مدیریت در وضعیت‌های تصمیم‌گیری نیمه ساختار یافته نیز معرفی می‌کنند.

سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری به عنوان ابزاری کمکی برای تصمیم‌گیرندگان جهت توسعه قابلیت‌های آن‌ها بوده و به عنوان جایگزینی برای نظر خود آن‌ها محسوب نمی‌شود. این سامانه‌ها زمانی برای تصمیم‌گیری استفاده می‌شود که نیاز به اظهار نظر بوده یا زمانی که الگوریتمی برای پشتیبانی کامل از یک تصمیم وجود ندارد. این سامانه‌ها مبتنی بر رایانه خواهند بود، به صورت تعاملی و آنی عمل خواهند کرد و ترجیحا قابلیت‌های خروجی گرافیکی دارند (Sorosh, 2010). بنابراین سامانه پشتیبان تصمیم، سیستمی است که با استفاده از منابع انسانی و قابلیت‌های کامپیوتر مدیر را در حل مسایل پیچیده کمک می‌کند و کیفیت تصمیم را بهبود می‌بخشد. همچنین دارای تعامل مستقیم با کاربر است و دارای مدل‌های داده‌ای و تحلیلی است (Karami et al., 2013). در شکل (۱) ساختار پایه‌ای سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری را می‌بینیم (Ohri & Singh, 2010).



شکل (۱): ساختار پایه‌ای سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS)

روش پژوهش

بخش بزرگی از کار از طریق توابع سلول‌ها، جدول‌های محوری و پیوند بین صفحات انجام شد. برخی از دستورات که خارج از امکانات استاندارد نرم‌افزار اکسل بود توسط محیط برنامه‌نویسی نرم‌افزار اکسل[۸] (VBA)، به صورت ماژول و رویه نوشته شد. فرمول‌های محاسبه‌گر به هر سلول از طریق فرمول نویسی وارد شدند. عملگرهای هر کلید توسط لینک‌دهی و اتصال ماکروها، به صفحات مرتبط متصل شدند. در مجموع هفت صفحه در محیط اکسل برای ایجاد این سامانه در نظر گرفته شد. اولین صفحه، صفحه خوشامدگویی است. در صفحه پایگاه داده فهرستی از ریزفعالیت‌های مربوط به هجده پروژه توسعه مشمول ارزیابی اثرات شامل بزرگراه‌ها، بنادر و لنگرگاه‌ها، پالایشگاه نفت، پتروشیمی، جنگلداری، راه‌آهن، زباله‌سوزها، سدها، شبکه‌های آبیاری و زهکشی، شهرک صنعتی، صنایع فولاد، فرودگاه‌ها، کارخانجات سیمان، کارخانجات کمپوست، کشتارگاه‌های صنعتی، گردشگری و طبیعت‌گردی، محل دفن پسماندهای شهری و نیروگاه‌های حرارتی؛ در دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری و ریز فعالیت اثرگذار مرتبط با این طرح‌های توسعه از کتاب اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های توسعه (Monavari, 2009)، تهیه شد. همچنین به این جدول ستون‌های فاز پروژه، منطقه و کدینگ اضافه شد. در ادامه این دستورات آورده شده است.

```
Private Sub CommandButton1_Click()
If TextBox1.Text = Sheet2.Range("g2").Value
Then
Sheet2.Visible = xlSheetVisible
TextBox1.Value"" =
UserForm3.Hide
Sheet2.Activate
Sheet7.Visible = xlSheetVeryHidden
Else
TextBox1.Value"" =
UserForm3.Hide
MsgBox "Password is Wrong"
End If
End Sub
```

سومین صفحه، صفحه اطلاعات یا جدول ارزیابی اثرات است. جدول ارزیابی اثرات شامل بیست و دو ستون است و در آن ستون فاز پروژه برای انتخاب فاز ساختمانی یا بهره‌برداری نیز تعبیه شده است. در ستون منطقه به طور پیش فرض سه منطقه در نظر گرفته شد. در واقع زمانی نام مناطق دیگر آورده می‌شود که مسئول طرح بیش از یک منطقه برای ارزیابی اثرات پیشنهاد دهد. ستون‌های نام دسته و فعالیت برای انتخاب طرح توسعه و عملیات‌های مربوط با هر طرح است. ستون پارامترهای محیط‌زیستی برای وارد کردن پارامترهای تحت تاثیر فعالیت‌های پروژه است. ستون‌های F تا L برای متغیرهای پایه (MED)، ستون‌های J تا M برای متغیرهای کمکی یا اضافی (SAC)، ستون‌های N تا R برای متغیرهای کیفی (EX) و ستون‌های S، T، U وV به ترتیب برای اقدام‌های جبرانی (T)، اثرات (I) و معنی‌داری اثرات (G) و کلاس‌های معنی‌داری در نظر گرفته شدند. روش انجام محاسبات برای ارزیابی اثرات براساس ماتریس ریاضی است ولی با طراحی جدول ارزیابی به این شکل روش از حالت ماتریسی خارج و تنها از روش محاسباتی آن استفاده شد. برای ایجاد لیست کشویی در سلول‌های ستون‌های اول تا چهارم، نیاز به یک محدوده پویا در فایل اکسل ایجاد شد. منظور از محدوده پویا در اکسل آدرس‌هایی است که با یک نام شناخته می‌شوند و به جای نوشتن آدرس سلول اکسل از نام آن استفاده می‌شود. برای ساخت محدوده پویا در اکسل از ابزار تیبل استفاده شد. اطلاعات مربوط به هر ستون از صفحه پایگاه داده گرفته شد و بعد از ایجاد جدول دینامیک از سربرگ فرمول برای آن نام تعیین شد. در مرحله بعد، داده‌ها معتبرسازی می‌شوند. برای معتبرسازی داده‌ها از گروه دیتا تولدر سربرگ دیتا ابزار دیتا ولدیدیشن[۹] انتخاب و اجرا شد. فرمول‌های محاسبه‌گر متغیرها در هر سلول از طریق نوار فومول‌نویسی وارد و تعمیم داده شدند. برای برقراری ارتباط بین این صفحه با صفحات دیگر از ماژول‌ها استفاده شد. ماژول‌ها در محیط برنامه‌نویسی اکسل قرار دارند و باید آن‌ها را به محیط اضافه کرد.

صفحه چهارم، صفحه نمودارها است. براساس داده‌های جدول ارزیابی، نمودارهای مربوط به هر فعالیت براساس اطلاعات ستون‌های منطقه، و نام دسته (نام پروژه‌های توسعه) و کلاس‌های معنی‌داری ترسیم می‌شوند. در این بخش یک نمودار دایره‌ای برای نشان دادن درصد معنی‌داری اثرات در هر یک از چهار سطح معنی‌داری که در جدول (۱) آورده شده است، رسم شد. در فرمول (۶) دستورات مربوط به این نمودار مشاهده می‌شود.

COUNTIFS(Data!C:C;B$3;Data!V:V;A8;Data!B:B;B$4) (۶)

این تابع سلول‌هایی که معیارهای متعدد دارند را شمارش می‌کند. براساس معادله بالا با توجه به جدول اطلاعات (Data) از ستونB، C و V از اولین تا آخرین داده‌های مربوط به هر دسته را شمارش می‌کند.

یک نمودار ستونی هم برای مقایسه معنی‌داری اثرات در چهار سطح معنی‌داری در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری در نظر گرفته شد. در فرمول (۷)، دستورات مربوط به این نمودار مشاهده می‌شود.

COUNTIFS(Data!C:C; B$3; Data! V:V; A26; Data!A:A; B$24; Data!B:B; B$4) (۷)

در صفحه گزارش مناطق که پنجمین صفحه است. دو جدول در نظر گرفته شد. در واقع این صفحه برای مقایسه نتایج بین مناطقی است که مجری طرح پیشنهاد می‌دهد.

در ششمین صفحه که گزارش فعالیت نام دارد از جدول‌های محوری برای استخراج اطلاعات به شکل جزیی‌تر استفاده شد. جدول‌های محوری زمانی به کار می‌روند که در میان انبوهی از داده‌ها، روند داده و طرح داده را کشف و مشخص کرد. با استفاده از این جدول‌ها می‌توان داده‌ها را جمع‌بندی و خلاصه کرد، آن‌ها را مجزا نموده و داده‌های معنی‌داری از آن‌ها استخراج کرد. در ساخت جدول محوری این صفحه داده‌ها براساس نوع عملیات، منطقه، نام دسته، فعالیت، پارامترهای محیط‌زیستی، معنی‌داری اثرات و سطوح معنی‌داری مجزا می‌شوند. با استفاده از ابزار اسلایسر جداول محوری وجود سه برش از جدول تهیه می‌شود. برش اول مربوط به منطقه، برش دوم مرتبط با ستون نام دسته و برش سوم برای انتخاب فعالیت در نظر گرفته شد. این برش‌ها مانند فیلتر عمل خواهند کرد و اطلاعاتی که مدنظر کاربر هست را نمایش می‌دهند. اطلاعات بیشتر و راهنمای این سامانه پشتیبان در صفحه هفتم که صفحه راهنما نام دارد، ارایه شده است.

برای گرفتن خروجی در صفحات حاوی جداول و نمودار با اضافه کردن یک نماد و اتصال ماکروی مربوط به آن، از جداول و نمودارها خروجی با فرمت پی‌دی‌اف تهیه خواهد شد. کدهای اجرایی برای ایجاد خروجی به صورت پایین در محیط برنامه‌نویسی اکسل، نوشته شد.کدها به گونه‌ای نوشته شد که

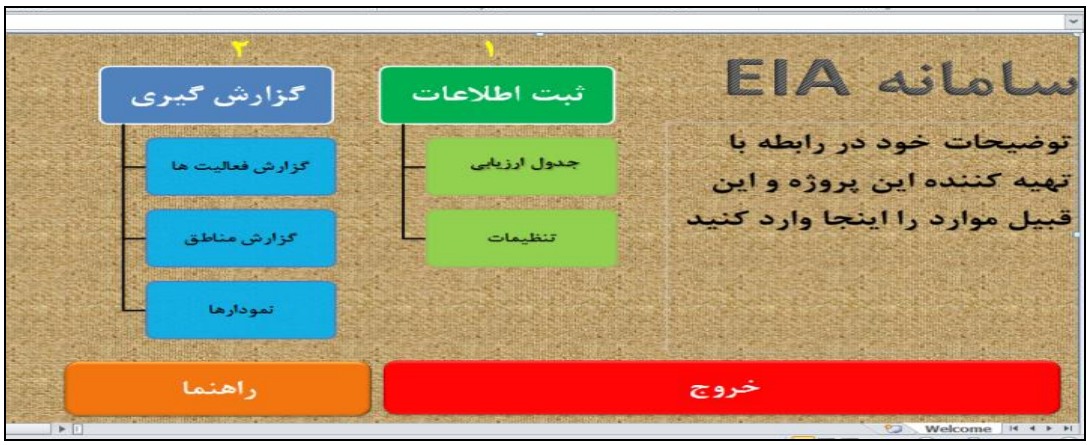
فقط از سطرهای حاوی داده و اطلاعات خروجی گرفته می‌شود.

```
Sub sp()
ActiveSheet.ExportAsFixedFormat
Type:=xlTypePDF
Dim fName As String
Dim myPath As String
fName = ActiveSheet.Name
myPath = ActiveWorkbook.Path
ActiveSheet.ExportAsFixedFormat
_ Type:=xlTypePDF, Filename
myPath& "\" &fName,
_ ,Quality:=xlQualityStandard
IncludeDocProperties:=True,
IgnorePrintAreas:=False, OpenAfterPublish:=False
End Sub
```

برای اطمینان از کارکرد صحیح سامانه، صحت‌سنجی آن با پژوهشی تحت عنوان بررسی قابلیت تئوری دمستر- شیفر در ارتقای ارزیابی اثرات توسعه گردشگری و طبیعت‌گردی، که از روش ماتریس ریاضی برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی استفاده شده بود، انجام خواهد شد. و نتایج این پژوهش با نتایج سامانه مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته‌ها

بعد از اضافه نمودن جداول محوری، ماکرونویسی و برنامه‌نویسی در محیط اکسل و برطرف کردن اشکالات و نواقص، سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری نهایی طراحی و اجرا شد. در صفحه خوشامدگویی شکل (۲) چهار بخش مهم وجود دارد. بخش ثبت اطلاعات که دارای دو قسمت جدول ارزیابی و تنظیمات است. بخش گزارش‌گیری که شامل گزارش فعالیت‌ها، گزارش مناطق و نمودارها است. توضیحات و نحوه کار قسمت‌های مختلف این سامانه در بخش راهنما موجود است. با فشردن کلید خروج هم فایل به صورت اتوماتیک ذخیره، ماکروها بسته و صفحات پنهان می‌شوند. زمانی که صفحه خوشامدگویی فعال است. بقیه صفحات پنهان می‌شود و در نوار مربوط به نمایش صفحه‌ها در پایین صفحه فقط نام صفحه‌ای که فعال است، نمایش داده می‌شود. در اینجا ارزیاب می‌تواند اطلاعات مربوط به طرح یا مواردی که مدنظر دارد را وارد کند. با کلیک روی هر کادر، صفحه مربوط به آن باز می‌شود. شماره‌ها ترتیب استفاده از بخش‌های مختلف را نشان می‌دهند. در هر صفحه از این سامانه علامت بازگشت به صفحه اصلی و گرفتن خروجی با فرمت پی‌دی‌اف وجود دارد. با فشردن کادر ایجاد خروجی از نمودارها و جداول با توجه به آخرین سطر حاوی اطلاعات یک فایل پی‌دی‌اف که نام آن با نام صفحه‌ای که از آن خروجی گرفته می‌شود یکی است. فایل پی‌دی‌اف در پوشه‌ای که فایل اکسل قرار دارد، ذخیره می‌شود. این کار تا حد زیادی زمان نوشتن گزارش ارزیابی اثرات را کاهش می‌دهد.



شکل (۲): صفحه خوشامدگویی سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری

پایگاه داده

این بخش به عنوان یک پایگاه داده عمل می‌کند و مجموعه بزرگی از اطلاعات مربوط به ارزیابی به شکل منظم و سازمان یافته در آن قرار دارند. هر تغییر که در این صفحه ایجاد شود، به طور خودکار به صفحات بعدی هم انتقال می‌یابد. اطلاعات مربوط به ارزیابی اثرات در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری در

این قسمت موجود است. همان‌طور که در شکل (۳) دیده می‌شود، در ستون اول فازهای پروژه، در ستون دوم تعداد مناطق پیشنهادی جهت انجام ارزیابی اثرات طرح توسعه‌ای، در ستون سوم نام پروژه‌های مشمول ارزیابی اثرات و در ستون چهارم فعالیت‌های مربوط به هر طرح آورده شده است. ستون پنجم برای کد دادن به سلول‌هایی است که اضافه می‌شوند. در ستون نام دسته‌ها اسامی هجده پروژه مشمول ارزیابی و عملیات مربوط به هر پروژه با توجه به شرایط کشور، در ستون فعالیت‌ها آورده شد. در مجموع برای هجده طرح، ۸۹۳ فعالیت وارد شد. در این قسمت اطلاعات را می‌توان تغییر داد، اضافه و حذف نمود. در صورت تغییر اطلاعات سطرها، برای تازه‌سازی اطلاعات و اضافه شدن اطلاعات جدید به بخش‌های دیگر سامانه باید ستون کدینگ را به سطر جدید بسط داد. به این شکل که حاشیه سلول بالایی کشیده و روی سلول پایین آورده شود. برای محدودیت دسترسی به این بخش برای آن رمز گذاشته شد که به دلخواه قابل تغییر است. همه ستون‌های این جدول قابلیت ارتقا دارند. بنابراین در این صفحه می‌توان هر طرح توسعه و فعالیتی که مدنظر هست را وارد کرد.

	A	B	C	D	E	F
1	نوع عملیات	گزینه ها	طرح های توسعه	دسته بندی	فعالیت ها	کدینگ
2	ساختمانی	۱	بزرگراه ها	بزرگراه ها	پاکتراشی (بوته کنی، قطع درختان و سوزاندن گیاهان)	۱
3	بهره برداری	۲	بنادر و لنگرگاه ها	بزرگراه ها	خاکبرداری و خاکریزی	۲
4		۳	پالایشگاه نفت	بزرگراه ها	انتقال ریشه و تنه درختان	۳
5			پتروشیمی	بزرگراه ها	تامین مصالح و لوازم مورد نیاز	۴
6			جنگلداری	بزرگراه ها	احداث راه های دسترسی	۵
7			راه آهن	بزرگراه ها	حمل و نقل مواد اولیه، مصالح، ماشین آلات و تجهیزات	۶
8			زباله سوزها	بزرگراه ها	احیاء زمین	۷
9			سدها	بزرگراه ها	تغییر الگوی زهکشی	۸
10			شبکه های آبیاری و زهکشی	بزرگراه ها	تخریب بناها و مستحدثات	۹
11			شهرک صنعتی	بزرگراه ها	احداث و تجهیز کارگاه	۱۰
12			صنایع فولاد	بزرگراه ها	تغییر محل ساختمان ها و بناهای تخریب شده	۱۱

شکل (۳): نمای کلی صفحه تنظیمات

جدول ارزیابی

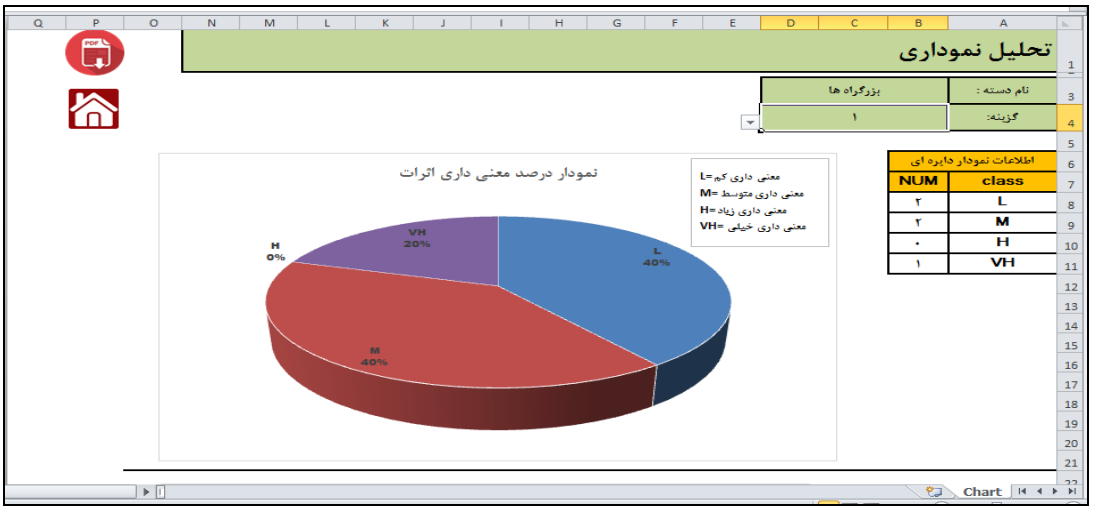
در این صفحه جدول ارزیابی اثرات قرار دارد. برای ستون‌های فاز پروژه، گزینه‌ها، طرح‌های توسعه و فعالیت‌ها نوار کشنده تهیه شد. نوار کشنده فاز پروژه شامل دو گزینه ساختمانی و بهره‌برداری است. در ستون گزینه‌ها این نوار به طور پیش فرض شامل اعداد یک تا سه است که با توجه به سلیقه کاربر به جای اعداد می‌توان نام مناطق پیشنهادی را نوشت. این تغییرات را می‌توان در صفحه منبع و از طریق کادر تنظیمات اعمال نمود. در ستون طرح‌های توسعه نام هجده پروژه که در جدول صفحه منبع وجود داشت، از طریق نوار کشنده قابل مشاهده است. در نوار کشنده ستون فعالیت‌ها تمامی‌فعالیت‌های پروژه‌ها وجود دارد و کاربر می‌تواند از بین آن‌ها فعالیت موردنظر خود را انتخاب کند. از آنجایی که تعداد گزینه‌های انتخابی در این قسمت زیاد است. برای ستون فعالیت‌ها یوزرفرم نمایش داده می‌شود. یوزرفرم براساس نام طرح توسعه‌ای که در سلول‌های ستون قبلی انتخاب می‌شوند، فعالیت‌های مرتبط با همان طرح توسعه را نمایش می‌دهد. در شکل (۴) نوارهای کشنده این ستون‌ها مشاهده می‌شود. در جدول ارزیابی کاربر می‌تواند اطلاعات را به شکل دستی وارد نماید و اگر یک داده در چند سلول مجاور یک ستون یکسان باشد با کشیدن علامت حاشیه کنار سلول می‌توان داده را به سلول‌های موردنظر منتقل کرد. فرمول‌های ستون متغیرهای ارزیابی از طریق نوار فرمول‌نویسی قابل مشاهده است. برای این ستون‌ها رنج عددی در نظر گرفته شد. اگر عدد وارد شده در این ستون‌ها در این طیف تعریف شده نباشد پیغام خطا ظاهر می‌شود. در نهایت با پردازش‌هایی که صورت می‌گیرد، در هر سطر، سطح معنی‌داری اثرات برای پارامترهای محیط‌زیستی هر فعالیت طرح توسعه در هر فاز و هر گزینه با توجه به ستون آخر جدول مشخص می‌شود.

نمودارها

در این صفحه نمودار دایره‌ای و ستونی برای هر طرح توسعه و براساس گزینه‌ها، نمایش داده می‌شوند. از جدول سبز رنگ بالای صفحه در شکل (۵) می‌توان طرح توسعه و گزینه مدنظر را جهت نمایش نمودارها انتخاب کرد. از آنجایی که بین صفحات این سامانه از طریق لینک‌دهی ارتباط برقرار شده هر تغییری که در صفحه جدول ارزیابی ایجاد شود به شکل خودکار در صفحه

نمودار هم وارد می‌شود. نمودار دایره‌ای درصد معنی‌داری اثرات برای هر کلاس معنی‌داری را در چهار سطح معنی‌داری کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد نشان می‌دهد. اطلاعات این نمودار از ستون معنی‌داری اثرات و کلاس‌های معنی‌داری جدول ارزیابی وارد جدول کنار نمودار می‌شود و با توجه به اطلاعات این جدول نمودار دایره‌ای رسم می‌شود.

شکل (۴): بخشی از جدول ارزیابی



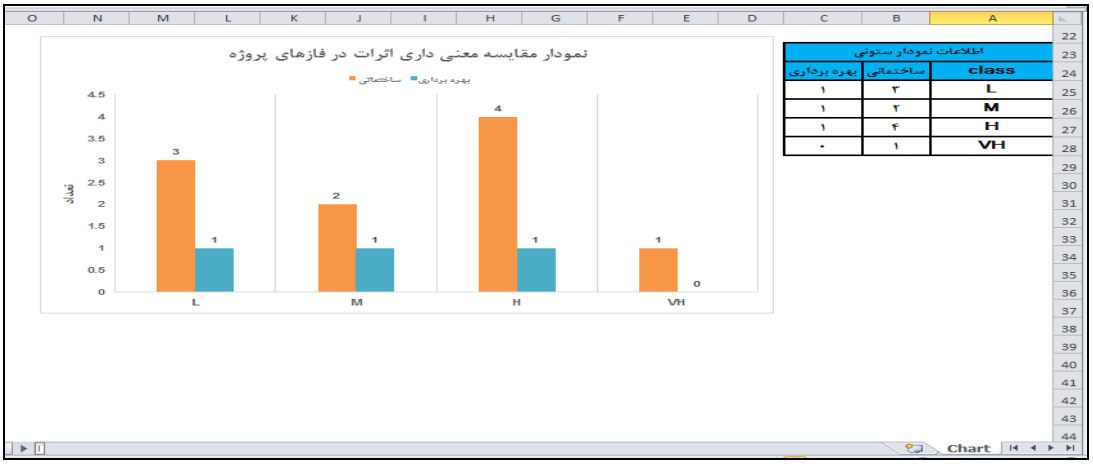
شکل(۵): نمودار دایره‌ای

دومین نموداری که در این صفحه وجود دارد، نمودار ستونی برای مقایسه سطح معنی‌داری اثرات در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری است. با توجه به شکل (۶) محور افقی برای سطوح معنی‌داری و محور عمودی برای تعداد اثرات مربوط به هر سطح از معنی‌داری است. ستون‌های نارنجی رنگ برای فاز ساختمانی و ستون‌های آبی برای فاز بهره‌برداری هستند. با این نمودار بهتر می‌توان نوع معنی‌داری اثرات را در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری به راحتی مقایسه و تفکیک کرد.

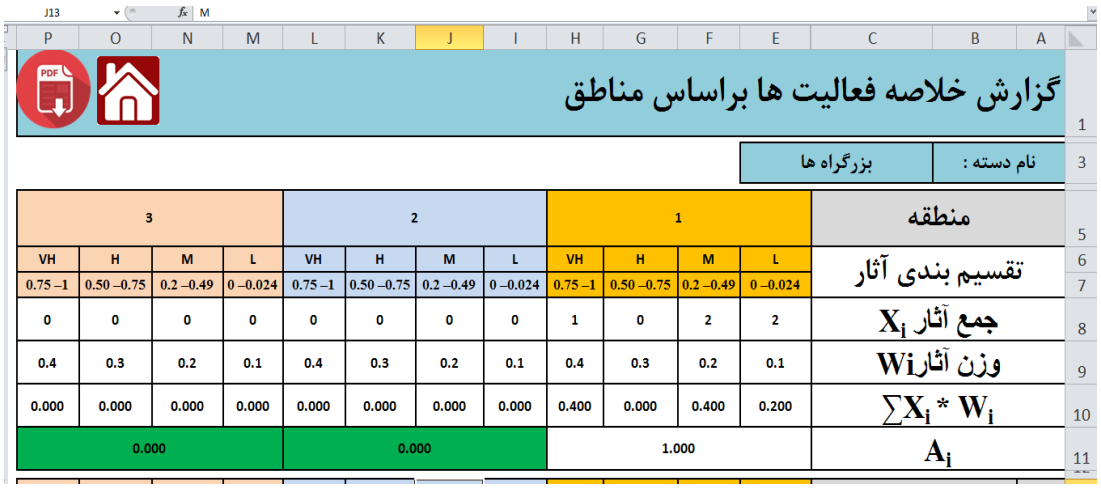
گزارش فعالیت

این صفحه زمانی به کار می‌آید که مجری طرح چند منطقه را برای انجام ارزیابی اثرات برای طرح توسعه خود پیشنهاد می‌دهد. در قسمت بالای صفحه طرح توسعه موردنظر را می‌توان انتخاب کرد. در این صفحه دو جدول وجود دارد. جدول کوچک (شکل

۷) برای مقایسه وزن معنی‌داری اثرات در مناطق پیشنهادی است.



شکل (۶): نمودار ستونی



شکل (۷): جدول گزارش مناطق

در سطر جمع آثار تعداد اثرات مربوط به سطح از معنی‌داری با توجه به جدول ارزیابی وارد می‌شود. به هر یک از سطوح معنی‌داری وزن داده شد. وزن‌دهی برای تمام مناطق پیشنهادی یکسان است. سطر بعدی حاصل‌ضرب تعداد اثرات هر سطح معنی‌داری را در وزن به دست می‌آید و در سطر Ai مجموع آن‌ها وارد می‌شود. طبق دستور شرطی وارد شده هر منطقه یا گزینه‌ای که کمترین مقدار Ai را داشته باشد، به عنوان گزینه اول برای اجرای طرح پیشنهاد و رنگ سلول مربوط به این منطقه سبز می‌شود. جدول بزرگ معنی‌داری اثرات را در هر سطح از معنی‌داری و براساس فعالیت‌های پروژه نمایش می‌دهد.

مطابق شکل (۸) کادر گزارش فعالیت برای برای گزارش‌گیری جزیی از فعالیت‌هاست. در صفحه مرتبط با این کادر دو جدول نمایش داده می‌شود. جدول بالا برش‌هایی از جداول صفحات منبع و دیتا است. این قسمت‌ها به شکل فیلتر عمل می‌کنند و با توجه به اطلاعاتی که در هر قسمت انتخاب شود در قسمت پایین اطلاعات کامل مربوط به هر فعالیت نمایش داده می‌شود.

نتایج صحت‌سنجی

برای اطمینان از کارکرد صحیح سامانه طراحی شده، صحت‌سنجی سامانه با مطالعه‌ای که از روش ماتریس ریاضی برای ارزیابی اثرات محیطزیستی صورت گرفت. جدول (۲) نتایج حاصل از این پژوهش را نشان می‌دهد.

G8 =SUM(G15:G214)

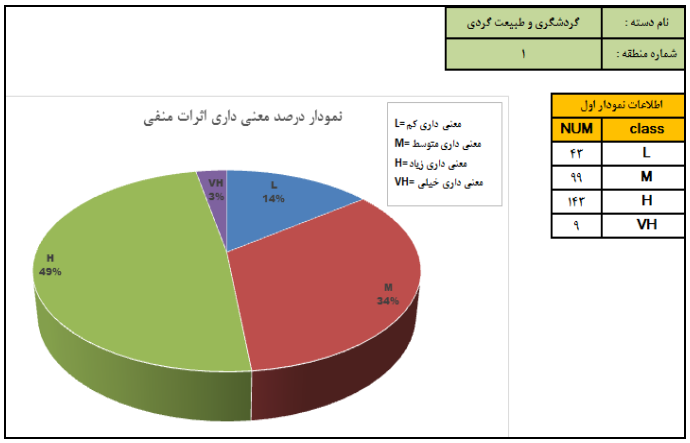
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
13	ردیف	فعالیت های پروژه			L	M	H	VH	L	M	H	VH	L	M	H	VH
14					0 –0.024	0.2 –0.49	0.50 –0.75	0.75 –1	0 –0.024	0.2 –0.49	0.50 –0.75	0.75 –1	0 –0.024	0.2 –0.49	0.50 –0.75	0.75 –1
15	۱	معدنکاری			0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
16	۲	خاکبرداری و خاکریزی			0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	۳	انتقال ریشه و تنه درختان			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	۴	احداث راه های دسترسی			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	۵	انفجار			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	۶	احیاء زمین			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	۷	تغییر الگوی زهکشی			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

شکل (۸): جدول گزارش مناطق

جدول (۲): نتایج پروژه گردشگری و طبیعت‌گردی

نوع اثر	تعداد اثرات در هر سطح معنی‌داری			
	کم (L)	متوسط (M)	زیاد (H)	بسیار زیاد (VH)
منفی	۴۳	۹۹	۱۴۳	۹
مثبت	۰	۲	۹۳	۵

ماتریس‌های شناسایی اثرات این پژوهش وارد محیط سامانه شد. اثرات منفی و اثرات مثبت به طور مجزا وارد سامانه پشتیبان شدند. در نهایت نتایج به دست آمده از سامانه پشتیبان با نتایج حاصل از پژوهش مورد بررسی یکسان بود. در صفحه نمودار سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری، نتایج مربوط به اثرات منفی در شکل (۹) آورده شده است.



شکل (۹): نمودار معنی‌داری اثرات منفی

بحث و نتیجه‌گیری

با ارتقای ماتریس ریاضی از حالت دستی به نرم‌افزاری ارزیابی عینی‌تر و در مدت زمان کمتر انجام شد، سرعت تجزیه و تحلیل تا حد ممکن افزایش یافت و این روش به‌صورتی که سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری ارایه شد. نتایج ارزیابی توسط جداول و نمودار نمایش داده شد که درک آن برای تصمیم‌گیران، مدیران و توسعه‌دهندگان راحت‌تر است. سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری، سیستمی است که با استفاده از منابع انسانی و قابلیت‌های رایانه‌ای به حل مسایل پیچیده کمک می‌کند و کیفیت تصمیم را بهبود می‌بخشد و دارای تعامل مستقیم با کاربر است؛ که این امر سبب بازدهی راندمان کاربر می‌شود. بهبود در تصمیم‌گیری به این دلیل است که تصمیم‌گیرنده قبل از تصمیم‌گیری می‌تواند گزینه‌های بیشتری را بررسی کند. یک بهبود کوچک در تصمیم‌گیری سبب افزایش سود و منفعت می‌شود. علاوه بر این فواید، کاهش هزینه و وقت در استفاده از سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری، نیاز روزافزون برای استفاده از آن‌ها را ایجاب می‌کند. همچنین، توسط سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری می‌توان به حل مشکلات سرعت بخشید و امکان استفاده از

آن‌ها توسط کارشناسان و مبتدیان را فراهم ساخت. از دیگر ویژگی‌های سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری راحتی استفاده و کاربرپسند بودن آن‌هاست. با طراحی سامانه پشتیبان در محیط اکسل این هدف تا حد زیادی محقق شد، و در مقایسه با نرم‌افزارهای دیگر حجم آن بسیار ناچیز است. همچنین، می‌توان این سامانه را به تعداد دلخواه و در هر پوشه کپی کرد. از آنجا که اکسل در مجموعه نرم‌افزارهای آفیس وجود دارد، برای کار با این سامانه نیازی به نصب و راه اندازی یک برنامه جدید نیست. نحوه طراحی سامانه پشتیبان در محیط اکسل به گونه‌ای است که به کاربر اجازه استفاده از امکانات و ابزارهای اکسل داده می‌شود و از این رو، سامانه ارایه شده کاربرپسند است. در جدول ارزیابی پارامترهای محیط‌زیستی به شکل دستی وارد می‌شوند. این شکل از طراحی مشکل سلول‌های خالی که در روش ماتریس در هر جدول وجود دارد را برطرف کرد. زیرا، برای هر فعالیت با توجه به تعداد پارامترهای محیط‌زیستی تحت تاثیر آن در سلول‌ها اطلاعات بارگذاری می‌شد. در ستون‌های مربوط به هر متغیرها یک راهنما برای معرفی ستون وجود دارد، که با کلیک بر روی نام ستون قابل مشاهده است. در این جدول کاربر می‌تواند قسمت‌هایی که مهم است با تغییر رنگ، فونت، سایز، اضافه کردن یادداشت و یا استفاده از امکانات دیگر اکسل مشخص کند. این محیط نسبت به محیط‌های برنامه‌نویسی دیگر انعطاف‌پذیری بیشتری دارد و به راحتی می‌توان تغییرات دلخواه را در آن اعمال نمود. می‌توان اثرات طرح یا پروژه بر عوامل متعدد فیزیکی- شیمیایی، زیستی، اجتماعی- اقتصادی، فرهنگی و سلامت را با رنگ‌بندی از هم جدا کرد. بر این اساس مشخص می‌شود که اجرای طرح بر کدام بخش اثر منفی یا مثبت بیشتری دارد، یا این که کدام یک از فعالیت‌ها بیشترین یا کمترین اثر را بر هر یک از این محیط‌ها دارند. اگر مجری طرح چند منطقه برای اجرای پروژه توسعه پیشنهاد داده باشد، ارزیابی اثرات تمام این مناطق را می‌توان در یک جدول یک جا و یا در جداول مجزا انجام داد و در انتها با فشردن کادر تهیه خروجی از این جداول پی‌دی‌اف تهیه کرد. همچنین جداول به آسانی قابل انتقال به فایل ورد هستند.

در صفحه نمودارها و با تحلیل آن‌ها بیشترین و کمترین درصد معنی‌داری اثرات در هر سطح به راحتی مشخص می‌شود. همچنین این که کدام فاز دارای اثرات معنی‌دار بیشتری هست را می‌توان توسط نمودار ستونی فهمید. این نمایش نموداری تا حد زیادی به تصمیم‌گیری و شناسایی و مقایسه نوع اثرات کمک می‌کند. در صفحه گزارش مناطق جداول وزن آثار همه مناطق پیشنهادی را یک جا نشان داده شد که مقایسه بین این مناطق را برای ارزیاب و تصمیم‌گیران تسهیل می‌کند. همچنین، می‌توان وزن آثار مربوط به هر سطح از معنی‌داری اثرات برای مناطق مختلف را با هم مقایسه کرد. از جدول بزرگ‌تر فعالیت‌هایی که بیشترین یا کمترین اثر را دارند، مشخص شد، یا فعالیت‌هایی که معنی‌داری اثرات آن‌ها خیلی زیاد است به راحتی تشخیص داده شد. بر این اساس، اقدام‌های جبرانی برای کاهش اثرات منفی طرح بر محیط‌زیست ارایه می‌شود.

در صفحه گزارش فعالیت، جزئیات هر فعالیت به طور کامل مشخص شد. این موضوع زمانی اهمیت پیدا می‌کند که در بین پارامترهای محیط‌زیستی یکی از آن‌ها در سطح منطقه‌ای، ملی و یا بین‌المللی دارای ارزش یا شرایط حساس باشد که با استفاده از فیلترهای این صفحه می‌توان معنی‌داری اثرات آن را با توجه به فاز پروژه و نوع فعالیت مشخص نمود و در مورد آن تصمیم‌گیری کرد. سامانه اولیه تهیه شده تا حد بالایی قابلیت ارتقا دارد. نتایج مربوط به صحت‌سنجی نشان داد که کارکرد سامانه تهیه شده صحیح است و نتایج آن با نتایج حاصل از پژوهش مورد بررسی یکسان بود.

یادداشت‌ها

1- Bojorquez-Tapia
2- Magnitude
3- Extent
4- Duration
5- Synergy
6- Accumulation
7- Controversy
8- Excel (Visual Basic Application)
9- Data validation

فهرست منابع

Alter Steven, L. 1980. Decision support systems: Current practice and continuing challenges. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Co. Inc., P.316.

Article 44 of the Constitutional Low. 2005. General policies of the Supreme Leader's communiqué regarding Article 44 of the Constitution of the Islamic Republic of Iran.https://rc.majlis.ir/fa/law/show/99709 - https://irandataportal.syr.edu/the-general-policies-pertaining-to-principle-44-of-the-constitution-of-the-islamic-republic-of-iran (in Persian).

Azari, D. F. & Khazaei, N. 2009. Decision support system for environmental impact assessment in landscape degradation (Case study: Shafarud watershed ingilan province of iran).. Journal of Environmental Studies. Vol 35, P: 22-24. (in Persian)

Bojorquez-Tapia, L. A.; Ezcurra, E. & Garcia, O. 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. Journal of Environmental Management, 83:91-99.

Colorni, A.; Laniado, E. & Muratori, S. 1999. Decision support systems for environmental impact assessment of transport infrastructures.Transportation Research Part D: Transport and Environment, 4(1), 1-11.

Drayson, K. & Thompson, S. 2013. Ecological mitigation measures in English environmental impact assessment. Journal of environmental management, 119, 103-110.

Ghiaseddin, N. 1986. An environment for development of decision support systems. Decision Support Systems, 2(3), 195-212.

Karami, Sh.; Nabi Bidhendi Gh.; Hamid Reza Jafari, H.R. & Vahidi, H. 2013. Designing Decision Support System to Manage Chemicals Using Multi Criteria Decision Making (Case Study: Arak Petrochemical Complex). Journal of Environmental Studies, Volume:39 Issue: 65, 2013. https://magiran.com/p1127597. DOI: 10.22059/jes.2013.30389. Spring 2013. Pages 53-62(in Persian).

Maciag, T. J. 2006. An evaluation of user interfaces for environmental decision support systems. ProQuest.

Makhdoum, M. F. 2002. Degradation model: a quantitative EIA Instrument, acting as a decision support system (DSS) for environmental management. Environmental management, 30(1), 151-156.

Mazlum, B.B.Z. & Mikaeili, A. R. 2012. Environmental Impact Assessment Methods (Advantages and Disadvantages). Second Conference on Environmental Planning and Management. Faculty of Environment - University of Tehran. COI Code: ESPME02_310. https://civilica.com/doc/147763 . P. 11. (in Persian).

Mazlum Bibi, Z.; Mikaeili, A. R. & Salman Mahiny, A. R. 2014. Improvement of Environmental Impact Assessment Using Dempster-Shafer Theory (Case Study: Binalud County, Khorasan Razavi). Journal of Environmental Studies. Univ. of Tehran. https://dx.doi.org/10.22059/jes.2014.52209. Publication date: 2014/1/1. Vol. 40. Issue 3. 40(71), 621-630. magiran.com/p1349114. (in Persian).

Mirzaei, M.; Salman Mahiny, A. R.; Mirkarimi , S. H. & Moradi, H . 2014. Application of Mathematical Matrices to Environmental Impact Assessment of Compost Plant (Case Study: Golpayegan City, Isfahan Province). Journal of Environmental Researches, Volume:4 Issue: 8, 2014. https://magiran.com/p1284217 . Pp.: 117 - 130. (in Persian).

Monavari, M. 2009. Environmental Impacts of Development Projects. Faculty of Environment and Energy. Islamic Azad University, 2end Edition. ISBN: 978-964-223-683-1. Tehran, I.R.Iran. P. 356. (in Persian).

Najafi, A.; Adinehnia Bajgiran, A.; Abdolah Zadeh, R.; Sohrabi, M. & Vaseei S. 2010. Using The System Of Decision Making Support In Determination Of Waste And Management Process Guidelines With Consumption Pattern Revision Approach. Journal of Urban Management. Fall 2009-Winter 2010 , Vol. 7, Number 24 ; Volume:7 Issue: 24, 2010. https://magiran.com/p747954. Pp. 7-16. (in Persian).

Ohri, A. & Singh, P. K. 2010. Development of decision support system for municipal solid waste management in India: a review. International Journal of Environmental Sciences, 1(4), 440.

Prato, T. 2001. Spatial decision support systems for assessing impacts of landscape change in greater ecosystems. In Conference on Research and Resource Management in Parks and on Public Lands (11, 2001, Colorado, US).Crossing Boundaries in Park Management. Ed. D. Harmon. The George Wright Society, Michigan, US (pp. 57-61).

Rahmati, A. R. 2012. Evaluation of environmental impact assessment process in Iran Challenges and Solutions. Environment and Development Journal, Volume:3 Issue: 5, 2012. Pp. 15-22. https://magiran.com/p1010003 (in Persian).

Ruiz, M. C. & Fernández, I. 2009. Environmental assessment in construction using a Spatial Decision Support System. Automation in Construction, 18(8), 1135-1143.

Sorosh, A. R. 2010. Decision Support Systems Classification and Their Application in Organization. 2010; 7(2): 11-22. https://magiran.com/p782403. (in Persian).

Salman Mahiny, A. R.; Momeni, I. & Karimi, S. 2011. Towards improvement of environmental impact assessment methods - A Case Study in Golestan Province, Iran. World Applied Sciences Journal, 15 (1): 151-159.

Wanderer, T. & Herle, S. 2015. Creating a spatial multi-criteria decision support system for energy related integrated environmental impact assessment. Environmental Impact Assessment Review, 52, 2-8.