

## نقش الگوهای شبیه سازی

### در ارزیابی اثرات زیست محیطی طرحهای عمرانی

دکتر مجید کویاھی

#### مقدمه

در این مقاله ابتدا ویژگیهای عمده الگوها معرفی میشود. سپس عواملی مورد بحث قرار می‌گیرند که وجود آنها نیاز به یک الگو در مطالعه اثرات زیست محیطی طرحهای عمرانی را اجباری می‌کند و با این فرض که کاربرد الگو مناسب و سودمند باشد را هنمودهائی برای شروع کار داده میشود. بعد از تشریح مختصر خط مشی ای که در نتیجه آن تصمیم گرفته میشود ادامه کار در کاربرد الگو مفید است یا نه، رئوس مطالب الگوسازی آورده می‌شود و در ادامه کاربرد الگوها در تحلیل سیاستهای پیچیده و اشکال ممکن نتایج این تحلیل نشان داده می‌شود و بالاخره، شرح مختصری درباره امکان پیشرفتهای ممکن در روش الگوسازی در ارزیابی اثرات زیست محیطی داده میشود.

#### الگو چیست؟

الگوهائی که در ارزیابی اثرات زیست محیطی بکار

#### مقدمه

#### الگو چیست

آیا کاربرد الگو ضروری است

میزان اطلاعات

حلقه های اصلی گم شده اطلاعات

در الگو چه نظام هائی تحت تاثیر قرار می‌گیرند

چگونه میتوان زیر سیستم ها را مشخص کرد

تعین شاخص های اثرات

۱- شاخص کشش پذیری منافع

۲- کشش پذیری نسبت به حدود سیستم

۳- شاخص های کشش پذیری سرمایه اجتماعی و زیست

محیطی

الگو چگونه ارزش پیدا می‌کند

برده میشوند نشان دهنده ( در بعضی موارد کاریکاتوری از) واقعیت است. ماهرگز نمی‌توانیم تصویری کامل از دنیای موجود رسم کنیم ولی اگر بتوانیم خطوط اصلی آنرا بکشیم تصویر ماقابل تشخیص و سودمند خواهد بود. الگوهای فیزیکی را براحتی میتوان درست کرد همانطوریکه ماکت سدهارا می‌سازیم ولی این ماکت‌ها هرچقدر هم مفید باشند نمی‌توانند اثرات زیست محیطی یا اجتماعی طرح‌ها را نشان دهند. برای نشان دادن این اثرات، عملی‌ترین راه الگوهای روابط ریاضی هستند که در آنها به جای روابط فیزیکی از روابط منطقی استفاده میشود. گرچه در این الگوها نیز قسمتهائی از واقعیت نادیده‌گرفته میشود ولی این مزیت را دارند که در آنها میتوان تعداد زیادی عوامل را همراه با روابط پیچیده بین آنها در نظر گرفت. مهمتر از همه اینکه، شبیه‌سازی انعطاف زیادی بماندهد، بویژه اگر بتوانیم بوسیله کامپیوتر معادلات ریاضی را حل کنیم، بدین وسیله می‌توانیم نتایج روشهای مختلف را بررسی کنیم و در اینجا است که مزیت الگوهای کامپیوتری در ارزیابی اثرات زیست محیطی طرحهای عمرانی معلوم میشود، با این حال در الگوهای کامپیوتری نیز با مسائل و مشکلاتی روبرو میشویم، که عمده‌ترین آنها نیاز به آمار و ارقام موجود و نیز اطلاع از نوع روابط بین عوامل مختلف است. اگر ارقام موجود صحیح نباشد و نوع روابطی که فرض می‌کنیم، درست نباشد ای بسا الگوی ما چون کاریکاتور زیبایی میشود که شباهتی به شخص مورد نظر نداشته باشد. در بخش آینده نکات لازم را برای یک الگوی مفید مورد بحث قرار میدهم و بویژه بر ارزش و محدودیتهای چنین الگوئی در ارزیابی اثرات زیست محیطی طرحهای عمرانی تاکید می‌کنیم.

## آیا کار برد الگو ضروری است؟

نکته اصلی در ارزیابی اثرات زیست محیطی انتخابی از بین دامنه‌ای از امکانات است. هر انتخابی بر چندین عامل ناهمگن فیزیکی و محیطی و اجتماعی موثر خواهد بود. مضافاً این عوامل به اشکال پیچیده‌ای با هم در ارتباط اند و توده‌ای از اطلاعات در دست می‌باشد. این توده ممکن است اندک باشد، ممکن است کمبودهائی مشخص و نامشخص داشته باشد و حتی ممکن است در ابتدا بصورتی غیر قابل فهم به نظر بیاید.

## میزان اطلاعات

عموماً "آمار مورد نیاز مربوط به چند گروه ساده است مثل میزان کار و دستمزدها، و گرچه انجام محاسبات مربوطه مثل محاسبهٔ مزد درازاء هر ساعت کار بسیار ساده است ولی مهمترین حسن استفاده از کامپیوتر اینستکه می‌توان آمار زیادی را یکجا تحلیل کرد. در نتیجه میزان اطلاعات بدست آمده بسیار زیاد است.

پیچیدگی روابط زیست محیطی - ماهیت درهم عوامل در محیط، مسائل ویژه‌ای را برای مطالعه و ارزیابی اثرات آنها فراهم می‌آورد، اگر دو عامل مربوط به هم داشته باشیم، عمل و اثر آن در محیط را در نظر بگیریم، ساده‌ترین فرض اینست که اگر عمل اندکی تغییر کند اثر آن نیز در همان جهت کمی تغییر پیدا میکند. این نوع روابط را روابط "خطی" می‌گویند، که در روابط اجتماعی صادق نیست. عملی ممکن است یک نوع اثر بر روی محیط داشته باشد ولی اگر شدت عمل را افزایش دهیم تاثیر چندانی بر میزان اثر آن در محیط نداشته

مرکز هماهنگی مطالعات محیط زیست

باشد. برعکس، ممکن است افزایش تدریجی عمل تاثیر اندکی داشته باشد تا اینکه به نقطه مشخصی برسد که در آن نقطه تغییرات شدیدی در میزان اثر آن ظاهر شود. هردوی این نوع روابط را " غیر خطی " میگویند.

در مثال اول اگر ما وجود یک رابطه خطی را فرض کرده باشیم، تاثیر افزایش عمل را بیشتر از میزان واقعی برآورد خواهیم کرد و در مثال دوم نخواهیم توانست وقوع یک مصیبت را پیش بینی کنیم. در ضمن باید یادآوری کرد که این عکس العمل ها ممکن است به علت نظام خاص در فاصله دوری از واقعه ظاهر شوند.

بعضی از اثرات نیز " غیر مستقیم " هستند. در یک زمان نمی توان بیش از مقدار معدودی از روابط را مطالعه کرد بخصوص اگر تعدادی از اثرات غیر مستقیم باشند. لکن بررسی روابط غیر خطی و غیر مستقیم فقط توسط روابط ریاضی ممکن میشود و موقعیکه تعداد زیادی از این گونه روابط ( غیر خطی ) وجود دارند بوسیله کامپیوتر میتوان نوع آنها را مشخص کرد.

الگوهای پویا - بسیاری از ارزیابی های اثرات زیست محیطی نه تنها با میزان تغییرات بلکه با آهنگ این تغییرات نیز مرتبط است. مثلا " تاثیر بر زیست محیط طرح عمرانی اگر تغییرات آن تدریجی باشند کم خواهد بود و یا ممکن است این تاثیرات حتی بعد از تکمیل آن نیز ادامه یابند. اگر در مورد هر یک از روابط موجود ارتباط آنها با زمان مشخص باشد بویژه تغییرات زمانی، در اینصورت برنامه زمانی و تغییرات کلی را میتوان برآورد کرد. از لحاظ ریاضی این نوع بررسیها " پویا " خواهند بود.

روابط صریح - نقطه ضعف الگوها اینست که کمیت هر عامل و شدت هر رابطه باید بطور صریح مشخص شود. مثلا "گفتن اینکه، شماره آهوان در اثر کمبود مواد غذایی نقصان پیدا خواهد کرد" کافی نیست، بلکه لازم است انواع آهوها، تعداد هر کدام، میزان مواد غذایی موجود، آهنگ مهاجرت، نرخ فعلی توالد و غیره مشخص شود. در واقع این ضعف عینی خود، مزیت عمده ای است زیرا ماهیت الگوسازی فرضیات ضمنی ای را که ممکن است زیاد منطبق با واقعیت نباشد نشان میدهد، در ضمن مواردی را که ممکن است اطلاعات باندازه کافی نباشد مشخص می سازد. و بویژه کارشناسان ارزیابی را که ممکن است متخصص در زمینه های مختلف باشند به مسائل همدیگر آشنا می کند.

عدم حتمیت - وقتی عوامل و روابط در الگوئی معین شده اند ممکن است تعداد زیادی از آنها اعداد ساده و معینی، مثل تعداد ساعات کار و یا سطح دستمزد باشند، تعداد زیادی از آنها هم مقدار احتمالی از دامنه نسبتا " وسیعی باشند، یا به علت فقدان معلومات و یا اینکه آنها واقعا " در زمان و مکان متغیر می باشند و حتی بعضی از آنها را فقط باید حدس زد. اگر تنها یک رقم در الگوها مورد استفاده قرار گیرد نتیجه محاسبه یک مقدار مشخص و در نتیجه فقط یک تغییر در محیط حاصل خواهد شد حتی اگر چندین رقم هم بکار روند اعداد حاصل بصورت سرابی خواهد بود. کلا " کیفیت نتیجه حاصل نمی تواند بهتر از اطلاعاتی باشد که به کار گرفته می شود.

علاوه بر این، نهاده ها ممکن است بصورت متغیر بکار روند که در اینصورت دامنه محتمل نتیجه معلوم میشود. از لحاظ فنی این نوع الگوها را " احتمالی " و یا " تصادفی "

گویند. مثلا " می‌خواهیم تاثیر ساختمان یک سد را بر روی جمعیت آهو مطالعه کنیم، مطالعه اولیه الگو ممکن است فقط کاهش اندکی را در تعداد آهوها نشان دهد و لذا اطلاعات بیشتری راجع بمطالعه این اثر ضروری خواهد بود. برعکس اگر نتیجه در مطالعه اولیه نشان دهد که اثر اینکار بر تعداد آهوها زیاد خواهد بود حتما " باید این امر در ارزیابی‌های آینده مورد نظر قرار گیرد. در موردیکه اثر متغیر باشد و به میزان نهاده بستگی داشته باشد اطلاعات بیشتری راجع به درستی فرضیات انجام شده در مورد رابطه بین ساختمان سد و تعداد آهوها در دست خواهد بود.

### حلقه های اصلی گم شده اطلاعات

بحث بالا ماهیت زنجیری جریان ساده در الگوها و ارزش کاربرد اولیه یک الگو را نشان میدهد. این بحث همچنین بعضی از نکات ضعف الگوها را نشان میدهد وجود آهو چقدر ارزش دارد؟ این قضاوت ذهنی نقطه اساسی ارزیابی است. این نوع قضاوت معلوم خواهد کرد که چه نوع اطلاعاتی باید وارد الگو شود و تا چه حد اطلاعات در مورد هر کدام باید در دست باشد.

بیان این نکته ضروری است که نارسائی آمار و فرضیات در محاسبات حذف نمیشوند، و نباید واقعیتها با فرضیات اشتباه شوند. این وظیفه ارزیاب است که آنها را بهم مرتبط سازد. در اغلب موارد پیدا کردن جواب در زمان کوتاهی لازمست و لذا انجام طرحهای مطالعاتی دراز مدت نمی‌تواند مفید باشد. بالاخره برخلاف تحقیقات علمی، هیچگونه تجزیه عملی الگوی مطالعه اثرات محیطی ممکن نیست.

افرادیکه اثرات زیست محیطی طرحها را ارزیابی می‌کنند عوامل مختلف ناحیه‌ای، سیاسی و اجتماعی را باید در نظر بگیرند آیامیتوان این عوامل را در طبیعت الگوهای شبیه‌سازی مورد استفاده قرار داد؟

اگر ارزیاب ملاحظه کند که بقدری اطلاعات در مورد بعضی از عوامل مهم که حتما " باید در الگو گنجانده شوند کم است که حتی روابط متقابل آن با سایر عوامل را نمیتوان نشان داد و یا نمیتوان آنها را بطور کمی بیان کرد در اینصورت روش است که الگو سازی روش مناسبی نخواهد بود.

مناسبت الگو در مسائل سیاستی - از بین عوامل ممکن بنظر میرسد که کامپیوتر و الگوها برای حل مسائل پیچیده اثرات زیست محیطی مناسبتر می‌باشند، ولی اینکه این وسیله مناسبی برای ارزیابی است یا نه موضوع قابل تعمق است. متأسفانه، بسیاری از نتایج کارهایی که در این زمینه در ۱۵ سال گذشته انجام شده مفید نبوده است. این به آن معنی نیست که پتانسیل این کار صفر بوده است بلکه تصور اینکه وسیله‌ای جهت حل معضلات پیچیده بدست آمده است رویاهای بزرگ و دست نیافتنی را سبب شده است. این رویاهای الگوهائی را بوجود آورده است که اغلب کاریکاتوری از واقعیت نیستند و کاریکاتورهای بهتر از آنها را میتوان در کتابهای داستان پیدا کرد. اخیرا " یک گروه کوچک از الگوها و روش‌های الگوسازی بوجود آمده است که مستقیما " به امر ارزیابی اثرات زیست محیطی طرحهای عمرانی بزرگ کمک کرده است. این کار با مشخص کردن فوائد و مضرات غیر منتظره که در آینده بوقوع می‌پیوندد انجام شده است و در نتیجه آن تعدیل لازم در جریان ارزیابی و درک نکات ضعف عمده آمار و خط مشی ها

بوقوع پیوسته است. کلا " ، روشهای سودمند و عملی از نتیجه کار دانشمندان در گروههایی با افراد محدود حاصل شده است که نقطه مورد نظر نسبتا " کوچک و کاملا " مشخصی داشته اند و در ابتدا در راه ساختن الگوهایی که مسائل خط مشی ها را به آمار ربط میدهند سعی کرده اند .

اگر ما از انتظارات بی جای اولیه صرف نظر کنیم پیشرفتهای مفیدی در این زمینه را قبول خواهیم کرد. هزینهها: بالاخره باید دید هزینه این کار چقدر است؟ به دلیل تغییرات سریع در قیمت ها بهتر است ما فقط این هزینه را برابر مقادیر حداقل لازم از نیروی کار و میزان مواد اولیه برآورد کنیم .

### در الگو چه نظامهایی تحت تاثیر قرار میگیرند؟

در مباحث گذشته بعضی مسائل مربوط به حدود زمانی و فضائی الگوها مورد بحث قرار گرفت. نتایج، بزبان فنی، شامل لیستی از عوامل و روابط بین آنها خواهد بود که بصورت یک جدول و یا شما نشان داده شده است .

تعداد عوامل ممکن است نسبتا " کم و یا خیلی زیاد باشد. تعداد روابط هم امکان دارد خیلی زیاد باشد و هر رابطه ای می تواند نسبتا " ساده و یا بصورت پیچیده بین چند عامل باشد. قدم بعدی در ساده کردن مسئله اینست که ببینیم آیا این توده از عوامل و روابط بین آنها را میتوان و یا لازمست بصورت گروهی از نظامها در نظر گرفت یا نه ؟

### چگونه میتوان زیر سیستم ها را مشخص کرد؟

آیا در جدول و یا در شمای معرف مسئله، نواحی

کوچکتری وجود دارد که با وجود ارتباط قوی داخلی رابطه نسبتا "ضعیفی با سایر قسمتهای سیستم دارد؟ اگر جواب مثبت باشد می توانیم این نواحی را بصورت زیر سیستم های واقعی در نظر بگیریم. این زیر سیستمها ممکن است نواحی جغرافیائی یا ساختمانی، گروه هایی از مردم، سازمانها و فعالیتهای آنها باشد. این تجزیه سیستم به زیر سیستمها خیلی مفید است، نه تنها از لحاظ تحلیل استراتژیکی مسئله، بلکه از لحاظ مدیریت هم مفید است چون با این وسیله میتوان عوامل مربوط را به گروههایی تقسیم کرد و هر کدام از آنها را با علم به اطلاعات ویژه در یک زیر سیستم ویژه مورد مطالعه دقیق تر قرار داد .

ارزیابی استراتژیکی مساله - برای انجام هر توسعه عمده معمولا " چند راه مختلف وجود دارد که در نظر گرفتن آنها یک قدم مؤثر در ارزیابی می باشد چون این عمل یک چهار چوب مقایسه ای فراهم می آورد که نشان دهنده نوع اطلاعات لازم، همین طور نوع و سودمندی الگوی ساخته شده و امکانات دیگری که باید آنها هم مورد تحلیل قرار گیرند می باشد. و می توان تصمیم گرفت که این راه ساده ترین و مفیدترین روش ممکن است یا خیر .

ایجاد اولیه امکانات بوسیله فراهم آوردن قوانینی جهت تاءمین یک چهارچوب مقایسه ای ممکنست مفید باشد. هر چند که معرفی صورت کامل امکانات موجود در مورد طرحها اغلب غیر ممکن و بی ارزش است ولی بیان چند راهنمایی می تواند مفید باشد. معمولا " بهترین طرح برای توسعه یک ناحیه ویژه آنست که حداکثر منفعت را ایجاد کند ( خواه از نظر اقتصادی، خواه از نظر اجتماعی و غیره )، در صورتی که هیچگونه اشکال غیر قابل پیش بینی رخ ندهد. ولی باید

توجه داشت مطالعه طرجهای دیگری که در صورت پیش آمد مشکلاتی حداقل هزینه ها را دارند نیز مهم است .

بعلاوه باید طرجهائی را که حداکثر احتمال موفقیت را دارند ( یا حداقل احتمال شکست را ) حتی اگر احتمال سود زیادی هم از آن نرود مورد مطالعه قرار داد .

گاهی می توان فرض کرد همه این ملاحظات در پیشنهاد اولیه در نظر گرفته شده است لکن تفکیک آنها از هم قابل توصیه است . مثلاً " در برنامه عمرانی یک ناحیه ، ممکن است پیشنهادی برای نیروگاه بزرگ تولید برق با سوخت مایع داده شده باشد ، با فرض اینکه بعلت بزرگ بودن نیروگاه از تمام صرفه جوئیها استفاده شود . این روش " حداکثر کردن سود " است . علیرغم این ، در نتیجه عدم موفقیت در مورد ارزیابی اثرات آن بر محیط ممکن است سبب ایجاد هوایی غیر قابل قبول از نظر کیفیت باشد . از این رو می توان بعنوان یک روش دیگر ، ساختمان چندین نیروگاه کوچک را در نظر گرفت بطوریکه هیچکدام به تنهایی نتواند باعث آلودگی زیاد هوای ناحیه شود حتی بعضی از آن ها را در صورت آلودگی زیاد هوا میتوان تغییر داد . شق دوم ممکن است کارآئی کمتری داشته باشد لکن از یک نیروگاه بزرگ مطمئن تر خواهد بود این روش را میتوان " حداقل کردن هزینه عدم موفقیت " تلقی کرد .

بالاخره ، ممکن است ساختمان نیروگاههای متوسط را در زنجیره ای مشخص پیشنهاد کرد ، که در صورت پیش آمد وضع نامطلوبی بتوان طرح را تصحیح کرد . این روش " حداکثر کردن احتمال موفقیت " خواهد بود . هرچند که کارآئی این روش کمتر از روش اولی می باشد لکن ریسک کمتری را در بر خواهد داشت سه روش فوق الذکر ( حداکثر کردن سود - حداقل کردن هزینه عدم موفقیت - حداکثر کردن احتمال موفقیت )

را میتوان در هر مرحله از عمران در نظر گرفت .

مراحل اجرا - وقتی مسئله از نظر استراتژیکی ارزیابی شد باید اقدامات زیر را بعمل آورد :

الف - تعیین اولیه متغیرها و سازمان دهی - وقتی مسئله در چهارچوب استراتژیک فوق مشخص شد و متغیرهای اصلی در نظر گرفته شدند باید مراحل زیر عملی شود .

۱- متغیرها را به گروه هائی که در خاصیت ویژه ای مشترک باشند تقسیم کرد .

۲- نظریه های مربوط بروابط متقابل این گروه های متغیر را تمیز داده و آنها را رسم کرد .

۳- در مورد اثر متقابل بین متغیرها نظریه های ممکن را مطالعه و بطور تخمینی حداقل و حداکثر آنها را تعیین کرد و از آنها در آزمونهای حساسیت بعدی استفاده کرد .

ب - تعیین درجه دقت - اگر بتوان مسئله ای را به چند قسمت تقسیم کرد ، لازم است که در مطالعه هر قسمت یک اندازه دقت بکار رود . بهترین راه حل این مسئله اینست که میزان دقت ممکن در هر قسمت برآورد شود . میزان دقت براساس نوع سئوالاتی که باید به آنها جواب داده شود و فرصت موجود برای مطالعه و کیفیت آماربستگی دارد .

ج - رسم دیاگرام - روشهای مختلفی برای رسم دیاگرام است ، براساس نظریه های سیستم و کنترل سبیرنتیک و انفورماسیون . بهترین آنها بنظر میرسد که ساده ترین شان باشد ، که در آن ، یک علامت نهاده یا محصول را نشان دهد و علامت دومی اثر متقابل و علامت سومی یک فرآیند را . این علائم باید هم در خود الگو و هم در بخشهای تشکیل دهنده آن بکار رود .

جدول اثرات متقابل - اگر بخشهای مجزا بوسیله افراد مختلف جداگانه مورد تحلیل قرار گیرند در این صورت یکی از مشکلترین کارها هم‌آهنگ کردن زیرالگوها خواهد بود. وسیله ای که بنظر میرسد بهتر از همه کار کند یک ماتریس اثرات متقابل است که نهاده هائی را که هر قسمت از بقیه قسمت‌ها میگیرد مشخص می‌کند. این ماتریس تا اینجاست تمام اقدامات لازم جهت الگوسازی اصلی را کرده است.

چگونه میتوان یک تحلیل ساده سیاست را انجام داد؟ سه نوع اطلاعات در وهله اول لازم است. نوع اول از جدول اثرات متقابل حاصل میشود دو گروه دیگر به ترتیب زیر هستند:

- ۱- باید شاخص‌های عمده اثرات را در رابطه با هدفهای کلی طرح مشخص کرد.
- ۲- باید خط‌مشی‌ها و کارهای مدیریت که کلاً یک طرح را تشکیل میدهند مشخص کرد.

### تعیین شاخص‌های اثرات

در ارزیابی استراتژیکی باید اثرات عمده را در رابطه با هدفهای اصلی طرح مشخص کرد. مثلاً "شاخص اجتماعی می‌تواند شامل مسائل اشتغال، زمان فراغت و متغیرهای مشابه باشد. وقتی لیست شاخص متغیرها تعیین شد لازمست که آنها را در مناسبترین شکل بیان کرد. مثلاً، سودمندترین صورت این است که اشتغال را بصورت مطلق بیان نکرد بلکه آهنگ تغییر آن یا تعداد فرصتهای اشتغالی سرانه یا تنوع فرصتهای اشتغالی را بیان کرد. به این ترتیب لیستی از شاخصهای عمده بدست می‌آید

محیط‌شناسی

یعنی متغیرهای قابل اندازه‌گیری که در تصمیم‌گیری مورد کاربرد دارند. با وجود این هنوز هم نمی‌توان به این لیست اطمینان کرد، چون روابط بین متغیرها کلاً "حذف نخواهد شد، روابطی که مطمئناً وجود دارند ولی نمی‌توان آنها را اندازه‌گیری کرد. مضافاً اینکه روابطی هم هستند که شما حتی از وجود آنها بی‌اطلاع هستید و هرآنچه که در مورد این روابط صادق باشد در کل طرح شما هم صادق خواهد بود. هدفهای اجتماعی که در حال حاضر خیلی روشن بنظر میرسند ممکن است بقدری تغییر پیدا کنند که جامعه نتواند با آنها نیازمندیهای جدید خود را برآورد.

استفاده روزافزون روش ارزیابی اثرات زیست محیطی، اثری از این تغییر در هدفها است. یک ارزیابی که صرفاً بر اساس این فرض انجام شده باشد که اطلاعات کافی در دسترس بوده است ممکن است سبب تصویب طرحی شود که بعدها نتوان آنرا براحتی تغییر داد تا با عوامل غیر قابل‌پیش‌بینی مطابق شود.

تعداد کمی از سیستم‌ها (زیست محیطی - اقتصادی و اجتماعی) ممکن است در حال تعادل نا پایدار باشند، در اینصورت به علت اینکه هرچند گاه یکبار که ضربه ای به سیستم وارد میشود آنها نمی‌توانند در حال تعادل باقی بمانند. فقط عواملی که قادرند در مقابل این ضربه‌ها مقاومت کنند در حال تعادل باقی‌میمانند یعنی سیستمهایی که تا حد زیادی کشش‌پذیری داخلی دارند. کشش‌پذیری از این لحاظ برابر حداکثر فشار خارجی است (از لحاظ اندازه و آهنگ تغییرات آن، چه منفی و چه مثبت) که میتوان به سیستم وارد کرد بدون اینکه سیستم تعادل خود را از دست بدهد علاوه بر شاخصهای که در ارزیابی اثرات زیست محیطی طرحها بکار

میروند بهتر است شاخص‌هایی را هم در نظر گرفت که میزان کُشش‌پذیری سیستم را نشان دهد ( یعنی ظرفیت تحمل عوامل غیرمنتظره ) .

سه راه مانع‌الجمع برای اندازه‌گیری کُشش‌پذیری وجود دارد :

### ۱- شاخص کُشش‌پذیری منافع

منافع خالص اقتصادی و اجتماعی توسعه یا پیشنهادات خط‌مشی اغلب در ارزیابی‌های اثربر محیط‌زیست مورد تاءکید قرار می‌گیرند. این شاخص‌های اثر بر محیط‌زیست دارای مؤلفه‌های کُشش‌پذیری خواهد بود. اگر طرح عمران بطور غیرمنتظره شکست پذیرد، یا هدفهای اجتماعی بحدی تغییر کرده باشند که اجباراً " طرح و یا خط‌مشی باید عوض شود، این امر مستلزم هزینه‌هایی خواهد بود. یک الگوی کامپیوتری می‌تواند راهی صریح برای اندازه‌گیری میزان این هزینه‌ها فراهم آورد، این کار را می‌توان با منظور کردن چنین حادثه فرضی در ضمن شبیه‌سازی کامپیوتری انجام داد. مثلاً " دفع آفات در یک منطقه ممکن است به چند صورت باشد، یک راه ممکن است سمپاشی سطحی یا عمقی باشد راه دوم ممکن است بصورت مبارزه بیولوژیکی و استفاده از سموم فقط در مواقع جوش آفات باشد. هر دو طریقه ممکن است نتیجه‌خوب و تقریباً " یکسان داشته باشد. فرض کنید که کاربرد سموم مورد نظربه علت افزایش قیمت‌ها و یا وضع قوانین جدید بوسیله دولت عملی نباشد. در حالت اول ممکن است آفات بشدت توسعه پیدا کرده و خسارت زیادی ببارآورند. در حالت دوم میزان این ضرر خیلی کم خواهد بود.

اثر شکست یک خط‌مشی با کمک یک الگوی کامپیوتری در اغلب موارد قابل سنجش می‌باشد.

### ۲- کُشش‌پذیری نسبت به حدود سیستم

سیستم‌های اجتماعی - زیست محیطی از نظر اینکه ساختمان و روابط آنها حدی خارجی برای کُشش‌پذیری دارند پویا می‌باشند. مثلاً: " املاح فسفات در یک محیط‌آلی به زنجیره شیمی‌حیاتی موجود اضافه می‌شود، ولی حدی وجود دارد که می‌توان فسفات را بدون بهم زدن زنجیره مزبور اضافه کرد. از اینرو شاخصی که جمع کل فسفات اضافه شده به محیط را نشان دهد باید همراه شاخص دیگری باشد که میزان فسفات موجود را نسبت به حد تحمل محیط نشان دهد.

گاهی اوقات خود الگو را می‌توان برای تشخیص این حد نهائی بکار برد. در سایر موارد با معلومات کمتر، این حد را فقط می‌توان بطور حدسی تعیین کرد. پس، باید اولاً " متغیرهای عمده اجتماعی، فیزیکی و زیست محیطی رامشخص کرد و ثانیاً "، یک معیار کُشش‌پذیری را اضافه کرد که میزان هر متغیر را نسبت به حداکثر تحمل محیط نشان دهد.

### ۳- شاخص‌های کُشش‌پذیری سرمایه اجتماعی

#### و زیست محیطی.

سرمایه‌های اندوخته بصورت ریال و منابع موجود برای اجرای طرحها وجود دارند. هر موقع یک حادثه غیر مترقبه رخ دهد مراجع تصمیم‌گیری مجبور میشوند که قسمتی از منابع را در جاهای دیگر بمصرف رسانند. این نوع پیش‌آمدها امکانات آینده را محدود می‌کنند و میزان این محدودیت البته بستگی به میزان منابعی دارد که از طرح مورد نظر خارج شده است. از اینرو باید یک معیار کُشش‌پذیری برای شاخصهای مختلف اجتماعی و سرمایه‌های محیطی در نظر گرفت.



تعیین خط مشی و مدیریت کارها :

در هر طرح عمرانی چندین راه برای انجام کارها در موقع ساختمان و عملیات بعد از ساختمان وجود دارد که بعضی ها مستقیماً "به خود طرح مربوط میشوند و بقیه کاربرد غیر مستقیم دارند. نکته اصلی اینست که گروههای خط مشی ها و مدیریت امور باید به بخش های مشخص و معینی تقسیم شود :

سوار کردن قسمتهای مختلف :

حال شما سه عامل مورد نیاز برای انجام برآورد و ارزیابی اولیه دارید. جدول اثرات متقابل متغیرها، لیست شاخص های تأثیرات و لیست خط مشی ها. هدف شما تهیه جدول کارها با در نظر گرفتن متغیرهای تأثیر می باشد و این جدولی است که اثرات متقابل بین متغیرهای سیستم را نشان میدهد.

بطور خلاصه، در قدم اول باید دو جدول تهیه کرد اولین جدول برای نشان دادن طرز تأثیر هر عمل بر هر یک از متغیرهای زیست محیطی است. دومین جدول نشان میدهد که چگونه هر یک از متغیرهای سیستم بر هر یک از متغیرهای تأثیر می رسد. این دو جدول همراه با جدول اثرات متقابل شما را قادر میسازد که جدول عمل در مقابل اثر را تهیه کنید. شما با چنین جدولی در مورد هر یک از شقوق می توانید پیشنهادهای خیلی حاد را کنار بگذارید و دامنه پیشنهادات موجود برای تصمیم گیری را محدودتر کنید.

در فرآیند الگوسازی چه اتفاقی می افتد؟

حال که مسئله از لحاظ حدود، زیرسیستم ها، متغیرهای ممکن و روابط آنها مشخص شد میتوانیم خود الگوسازی را در

محیط شناسی

نظر بگیریم، با فرض اینکه تصمیم گرفته باشیم از حد تحلیل متداول خط مشی فراتر نرویم. در این مرحله است که اهمیت تخصص ریاضی معلوم میشود. از تخصص ریاضی در تعیین نوع الگوسازی استفاده میشود در این مورد راهنمای ریاضی دان وسعت مسئله، ماهیت متغیرهای مختلف و میزان عدم حتمیت در روابط آنها خواهد بود. انتخاب ریاضی دان بسته به آشنائی وی از انواع الگوهای موجود خواهد بود که در مورد مسائل مشابه فعلاً "از آنها استفاده نشده است.

کلاً "ریاضی دان باید از بین گروههای زیر انتخاب خود را انجام دهد.

الف - الگوهای مشخص و احتمالی - در الگوهای مشخص فرض میشود که تمامی روابط بوسیله قوانین فیزیکی تعیین میشوند و در الگوهای احتمالی بعضی یا همه روابط برحسب آمار و احتمالات می باشند.

ب - الگوهای خطی و غیر خطی - هر چند که مناسبتر است فرض کنیم روابط بین متغیرها خطی هستند ولی مسائل خیلی عملی مستلزم فرضیه های پیچیده غیر خطی می باشند.

ج - الگوهای ایستا و پویا - الگوهای ایستا مستقل از زمان می باشند در حالیکه در الگوهای پویا زمان دخالت می کند.

د - الگوهای پیش بینی و تصمیم گیری

الگوهای پیش بینی نتیجه اجرای تصمیمات ویژه ای را نشان میدهد در حالیکه الگوهای تصمیم گیری نشان میدهد که کدامیک از تصمیمات از دیدگاه مشخصی بهتر است.

الگوهای ارزیابی اثرات اغلب به گروه متشکل از پویا غیر خطی، احتمالاتی و تصمیم گیری تعلق دارند. زمانی برای حل یک الگوی ریاضی از کامپیوتر استفاده میشود که برنامه

## مراجع

پرایزگی تنیگر- تحلیل اقتصادی طرح‌های کشاورزی،  
ترجمه محمد رحمانی و مجید کوپاهی، ۲۵۳۵ - انتشارات  
دانشگاه تهران شماره ۱۵۲۳

International Council of scientific  
Unions, Scientific Committee on Prob-  
lems of the Environment, 1975, Envi-  
ronmental Impact Assessment, SCOPE  
5, Toronto, Canada.

Woodward-Clyde Consultants, 1975,  
Socio-Economic study. Wppss Nuclear  
projects 1 and 4. Western Region Env-  
iron Division.

Jens C. Sorensen & Mitchell, L.  
Moss, 1973, procedures Programs to  
Assist in the Environmental Impact  
Statement process, University of Cali-  
fornia and University of Southern Cal-  
ifornia.

کامپیوتر بدون اشکال و تردید باشد. نتیجه آن باید شامل  
جزئیات کامل از جنبه‌های اساسی باشد که همه قسمت‌های  
برنامه خوب کار می‌کند ارزیاب باید سعی کند واقعیت موضوع  
مورد مطالعه را در نظر بگیرد و با در نظر گرفتن محدودیت‌های  
زمانی الگو را ترسیم کند.

در این زمینه ریاضی دان دو روش اصلی بکار میبرد:  
اول، از تحلیل حساسیت استفاده می‌کند، و عملاً " بعضی از  
فرضیات مقادیر برخی از نهاده‌ها را تغییر میدهد و اثر آنها  
را مطالعه میکند.

دوم، ریاضی دان سعی میکند تا آنجا که بتواند الگو  
را ساده کند: در اغلب موارد ممکن است از قسمت‌هایی از الگو  
که برای جوابگویی به قسمت‌های عمده تئوری ایجاد شده است،  
لکن اثرچندان زیادی بر نتیجه حاصل شده ندارد، صرفنظر  
کرد تا اینکه الگو هم مطلوب و هم قابل حل شود.

## الگو چگونه ارزش پیدا میکند؟

تکرار و اصلاح تحلیل از نظر تئوری میتواند تابی  
نهایت‌ادامه یابد ولی در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مجبورند  
زودتر از آن استفاده کنند. در حقیقت برای توسعه الگو به  
حدی که در یک بررسی تحقیقی لازم است وقت کافی موجود  
نخواهد بود و در یکی از مراحل اولیه باید از تکرار و اصلاح  
آن خودداری کرد.