جغرافیا (فصلنامه علمی ـ پژوهشی و بین المللیانجمن جغرافیای ایران)
سال هفدهم، شماره ۶۰، بهار ۱۳۹۸

مروری بر مدل‌های آمایش سرزمین با تأکید بر کارآیی مدل ژئومورفولوژیکی در ایران

عزت اله قنواتی[۱]، علی احمدآبادی[۲]، موسی کمانرودی کجوری[۳]، زهرا رنجبرباروق[۴]

تاریخ وصول: ۱۳۹۷/۰۱/۱۳، تاریخ تایید: ۱۳۹۷/۰۸/۱۳

چکیده

هرگونه برنامه‌ی آمایشی در سطح زمین انجام گرفته و تغییر و تحولات لندفرم‌های سطحی و حتی زیر زمینی را در پی خواهد داشت. در این راستا ضرورت دارد با توجه به اهمیت لندفرم‌های زمینی جایگاه آنها در مدل‌های آمایش سرزمین مورد توجه قرار گیرد. بنابراین با توجه به اینکه دانش ژئومورفولوژی به مطالعه‌ی اشکال و فرآیندهای سطح زمین می‌پردازد لازم است برای ارزیابی توان محیطی، ویژگی‌ها و فرآیندهای موثر بر لندفرم‌ها مورد توجه قرارگیرد. در این پژوهش روش‌های ارزیابی توان محیطی در آمایش سرزمین ایران از دیدگاه ژئومورفولوژی مورد تحلیل قرارگرفته است. بررسی روش‌ها با توجه به معیارهای مورد استفاده در هر روش نشان داد که در روش تحلیل سیستم ارضی، معیارهای آب و هوا، گسل، آب زیرزمینی و مخاطرات محیطی در نظر گرفته نشده و همچنین در روش طرح جامع منابع طبیعی نیز توجهی به مخاطرات محیطی نشده و تنها دو کاربری حفاظت و مرتع‌داری تعیین شده اند. در روش سیستمی نیز با توجه به اینکه کارشناسان تخصص‌های متفاوتی دارند، تمامی اجزاء یک سیستم را مورد توجه قرار نمی‌دهد. مدل‌های توسعه شهری، روستایی و صنعتی مک‌هارگ و مخدوم، دید کل‌گرا به طبیعت دارند. بنابراین مدل ارزیابی توان محیطی جدیدی براساس تلفیق روش‌های موجود و با توجه به دیدگاه ژئومورفولوژی ارائه گردید تا ارزیابی توان محیطی براساس واحدهای پایه لندفرم انجام شود و نتایج حاصل از آن با واقعیت زمین انطباق بیشتری داشته باشد. این مدل شامل ارزیابی توان اکولوژیک و ارزیابی توان مخاطرات محیطی است. در ارزیابی توان اکولوژیک، زیرمعیارهای جهت باد غالب، انحنای دامنه، آب‌های سطحی و زیرزمینی اضافه گردید. همچنین در معیار شکل زمین، تقسیم‌بندی متفاوتی از لندفرم‌ها به منظور توسعه شهری ارائه گردید و ارزیابی توان مخاطرات محیطی نیز شامل ارزیابی پتانسیل سیلاب، زمین‌لغزش و زلزله‌خیزی است.

کلیدواژگان: ارزیابی توان محیطی، آمایش سرزمین، لندفرم، ژئومورفولوژی.

۱- دانشیار، ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، نویسنده مسئول: Ezghanavati@yahoo.com.
۲- استادیار، ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی.
۳- استادیار، برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی.
۴- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، Ranjbar962@gmail.com.

مقدمه

آمایش سرزمین[1] به "تنظیم روابط بین انسان، سرزمین و فعالیت‌های انسانی برای استفاده مناسب و پایدار از کلیه امکانات انسانی و فضایی سرزمین در جهت بهبود وضعیت مادی و معنوی در طول زمان" می‌پردازد(makhdoum,1999). تعیین قدرت بالقوه و یا نوع کاربرد طبیعی سرزمین به عنوان تعیین توان محیطی سرزمین در برنامه آمایش سرزمین مد نظر است (makhdoum,1999). ارزیابی توان محیطی ابزاری مهم برای برنامه‌ریزی راهبردی در حوزه بهره‌برداری از سرزمین (stewart,1968؛ makhdoum,1976؛ rossiter,1996؛beek,1978) و توسعه پایدار به حساب می‌آید(Zabihi et al, 2015:116). امروزه ارزیابی توان محیطی در اروپا پایه‌ای علمی برای برنامه‌ریزی، مدیریت، حفظ و بقا، احیا و آبادسازی سیمای سرزمین به تصویر کشیده می‌شود(naveh and liberman,1994؛ wu and hobbs,2002). در ارزیابی توان محیطی، نقش عوامل ژئومورفولوژی[2]، دینامیک محیط و لندفرم[3]های سطح زمین بارز و مشخص است و دانش ژئومورفولوژی نقش کاربردی و مهمی در ارزیابی توان محیطی دارد.

تداوم حیات بشر، وابستگی تنگاتنگی به منطقه‌ی بسیار کم ضخامتی از پوسته زمین به نام لیتوسفر دارد. این بخش شامل آب‌های سطحی، خاک‌های قابل کشت به عمق چند متر، عوارض و لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی است. چشم‌اندازها و عوارض این بخش، موضوع مورد مطالعه علم ژئومورفولوژی است که بیشترین فعالیت‌های انسانی در آن انجام می‌شود. بنابراین واقع‌گرایانه است که مطالعه‌ی ژئومورفولوژی هر منطقه مقدم بر اجرای هرگونه طرح ارزیابی توان محیطی در نظر گرفته شود. چرا که هر نوع فعالیت انسانی اعم از توسعه‌ی شهری، روستایی، صنعتی و کشاورزی موجب دستکاری و تغییر در عوارض، لندفرم‌ها و چشم‌اندازهای سطح زمین خواهد شد. بنابراین درک ژئومورفولوژی برای توسعه‌ی پایدار و اقتصادی سالم در سیاره زمین اساسی به نظر می‌رسد (قنواتی و بهشتی، ۲:۱۳۹۲). یکی از توانمندی‌های ژئومورفولوژیست‌ها، تهیه و ترسیم نقشه‌های ژئومورفولوژی برای مناطق مختلف با اهداف متفاوت می‌باشد. تهیه چنین نقشه‌هایی در بسیاری از از طرح‌های ارزیابی توان محیطی در آمایش سرزمین، برنامه‌ریزی و مدیریت منابع زمین کاربرد و فواید زیادی در برداشته است(شهماری اردجانی، ۱۳۹۳: ۲۵).

در ارزیابی توان محیطی کشورهای انگلیسی زبان، فرآیندهای آب و هوایی و ژئومورفولوژی در نظر گرفته می‌شوند که الگوهایی از شکل زمین و آب و هوا را فراهم کرده و فرآیندهای ایجاد و تغییر الگوهای اکولوژیکی را رهبری می‌کنند. در آمریکا، سرزمین را براساس شکل خصوصیات و زمین‌شناسی خاصی که دارد، تقسیم‌بندی می‌کنند، همچنین در استرالیا، شکل سرزمین است که مبنایی برای طبقه بندی به شمار می‌رود(makhdum,2007).

بسیاری از مخاطرات طبیعی و زیست محیطی که امروزه دامن‌گیر شهرها و مراکز جمعیتی در بسیاری از مناطق جهان از جمله کشور ما شده است بخاطر عدم توجه به موقعیت، ساختار و فرآیندهای شکل دهنده‌ی عوارض و لندفرم‌های سطحی زمین می‌باشد. تنها در هنگام وقوع مخاطرات محیطی چون زلزله، سیل و زمین لغزش است که تمامی اذهان متوجه قدرت و اهمیت نیروها و عوامل طبیعی می‌شوند و متأسفانه غالباً از این که دانش ژئومورفولوژی می‌تواند در چنین مواردی در اصلاح و بهبود کیفی و موفقیت برنامه‌های طراحی شده سهمی داشته باشد، غفلت می‌گردد. با این تفاصیل شاید بتوان چنین نتیجه گرفت که نه تنها آگاهی برنامه‌ریزان از مسائل فوق یک امر ضروری است بلکه یک برنامه‌ریز خوب باید بداند که چگونه، چه زمان و حتی چرا دانش ژئومورفولوژی باید در فرآیند برنامه‌ریزی سهیم باشد. آنها باید توانایی پیش‌بینی تغییرات ناگهانی محیط و استفاده از منابع طبیعی در حد بهینه را داشته باشند.

1- Land use planning
2- Geomorphology
3- Landform

در این راستا هدف این پژوهش بررسی و تحلیل کاستی‌های ژئومورفولوژیکی مدل‌های موجود ارزیابی توان محیطی در آمایش سرزمین ایران، شامل: روش‌های تحلیل سیستم ارضی، سیستمی، طرح جامع منابع طبیعی، مدل توسعه شهری، روستایی و صنعتی مک هارگ، مدل اکولوژیکی مخدوم و ارائه مدل ژئومورفولوژیکی بهینه آمایش شهری است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از طریق مطالعه کتابخانه‌ای، اسناد و مدارک مربوط به موضوع، اقدام به گردآوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز شده است. این اطلاعات شامل مدل‌های ارزیابی توان محیطی و آمایش سرزمین در ایران و بررسی اجزاء و موارد تشکیل دهنده این مدل‌ها بوده است. در ادامه مدل ژئومورفولوژیکی ارزیابی توان محیطی نیز برای کلانشهر کرج تهیه شده است. در این مدل از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی، نقشه توپوگرافی۱:۲۵۰۰۰و داده‌ی آب‌های زیرزمینی از شرکت آب منطقه‌ای استفاده شد. با توجه به اینکه شکل زمین بعنوان واحد پایه در مطالعات طبیعی و زیست محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در این پژوهش در راستای بررسی نقش لندفرم‌ها در توسعه‌ی شهری کلانشهر کرج از نقشه ژئومورفولوژی که علاوه بر شکل زمین، فرایندهای موثر را به نوعی با نماد مشخص معرفی می‌کند، استفاده شده است. از بررسی محتوا و روش‌های ارزیابی توان محیطی در آمایش سرزمین ایران که در حال حاضر در دستگاه اجرایی متولی آمایش سرزمین در ایران و دانشگاه‌ها قابل رصد کردن است، می‌توان به روش‌های تحلیل سیستم ارضی، طرح جامع منابع طبیعی و سیستمی اشاره کرد. در این پژوهش با استفاده از روش توصیفی- تحلیلی به بررسی، تجزیه و تحلیل و دسته‌بندی یافته‌ها پرداخته و در پایان اقدام به نتیجه‌گیری و ارائه مدل ژئومورفولوژیکی آمایش شهری شده است.

روش‌های ارزیابی توان محیطی در آمایش سرزمین ایران

اگرچه روش‌های ارزیابی توان محیطی در آمایش، هر یک دارای قابلیت‌هایی هستند که در ارزیابی توان محیطی مورد توجه قرار گرفته‌اند، لیکن با توجه به نقش و اهمیت لندفرم‌های تشکیل‌دهنده‌ی سطح زمین به عنوان بستر ارزیابی توان محیطی، ضرورت دارد در مدل‌ها و روش‌های ارزیابی توان محیطی، شناخت و تحلیل چگونگی شکل‌گیری و تغییرات لندفرم‌ها، مورد توجه بیشتری قرارگیرند. در ادامه ضمن بررسی روش‌های ارزیابی توان محیطی ذکر شده، جایگاه لندفرم‌ها و فرآیندهای تشکیل دهنده سطح زمین در آنها تحلیل و تشریح شده است.

- روش تحلیل سیستم‌های ارضی[۱]

یکی از تکنیک‌های دانش ژئومورفولوژی برای شناخت قابلیت‌ها و محدودیت‌های محیطی، روش تحلیل سیستم‌های ارضی است. این روش، یک طبقه‌بندی علمی بر مبنای فرم اراضی و با ساختار سلسله مراتبی است که با تکیه بر شاخص‌های ویژه، یک منطقه به واحدهای کوچک‌تر تقسیم می‌شود. مشابهت‌های فرمی اساس طبقه‌بندی قرار می‌گیرد و ویژگی‌های ارضی ناشی از فرم در برابر موضوعی، ارزیابی و به صورت قابلیت و محدودیت معرفی می‌شود(رامشت، ۱۳۸۸: ۱۵۵-۱۵۴). از جمله مزایای این روش، سهولت در نمایش و نمود نتایج حاصل از بررسی‌ها در یک نقشه است. نقشه سیستم‌های ارضی به سادگی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و تحلیل مجازی آن و عکس‌های هوایی امکان پذیر بوده و سرعت در تهیه آنها و کم هزینه بودن این روش و دقت نسبی اطلاعات به دست آمده از منابع ارضی یک ناحیه از جمله مزیت‌های دیگری است که نمی‌توان از آن چشم پوشی کرد. علی‌رغم امتیازات روش سیستم‌های ارضی و کارآیی آن در ثبت کاراکترهای محیطی، نقاط ضعف متعددی را هم در این روش می‌توان دید که عمده‌ترین آن مربوط به تفسیر و تشخیص دلخواهانه واحدها از سوی محقق است. همچنین در این روش همواره فرض بر این بوده است که با بکارگیری این سیستم، اطلاعات فراوانی درباره اراضی به دست خواهد آمد، حال آنکه اندازه‌گیری‌ها یا ارزیابی چندانی در مورد روابط و عملکردهای مهم بین خاک، اقلیم، حیات گیاهی و جانوری صورت نمی‌گیرد، به عبارتی این روش

۱- Land System Approch (LSA)

بیشتر تأکید بر جنبه‌های ایستا و متغیرهای غیرپویا داشته و شبیه یک روش فهرست‌برداری است تا یک روش پویا و دینامیک که ضرورت آن در تحلیل‌های منطقه‌ای بیشتر احساس می‌شود(رامشت، ۱۳۸۸: ۱۸۵-۱۸۴). منتصری و همکاران در سال ۱۳۹۶ به مطالعه‌ی نقش ژئومورفولوژی در مدیریت منابع طبیعی با استفاده از روش تحلیل سیستم‌های ارضی در حوضه آبی کلاته سادات سبزوار پرداختند. با بررسی خطوط ارتفاعی و توپوگرافی منطقه، نواحی کوهستانی و مرتفع، نواحی کم ارتفاع و دشت و تپه‌ماهورها را تشخیص دادند. سپس با توجه به نقشه‌های طبقات ارتفاعی، شیب، جهت شیب، شبکه هیدروگرافی، زمین‌شناسی، پوشش‌گیاهی، خاک و ژئومورفولوژی هر کدام از این سه سیستم اصلی را به واحدهای کوچکتری تقسیم کردند. سرانجام با توجه به ویژگی‌های فوق، پیشنهاداتی در زمینه استفاده بهینه از منابع طبیعی موجود در منطقه در جهت مدیریت سازنده و کارآمد حفظ منابع طبیعی، ارائه کردند و توجهی به شاخص‌های گسل، آب‌های زیرزمینی و مخاطرات محیطی شامل پتانسیل سیلاب، زمین‌لغزش و زلزله‌خیزی(جدول ۳) نکرده‌اند.

- روش طرح جامع منابع طبیعی

با توجه به وضعیت منابع طبیعی کشور، بویژه در بخش آبخیز و بیابان، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، با توجه به تجربیات بیست ساله خود با همکاری صاحب نظرانی از جمله دکتر حسن احمدی، روش معین و مشخصی را به عنوان الگو جهت شناخت، ارزیابی و قابلیت اراضی در طرح‌های جامع مرتع‌داری، آبخیزداری و بیابان‌زدائی برای ایران تهیه نمودند (احمدی، ۱۳۷۴ :۴۷۱). مطالعات انجام شده در این روش به منظور طراحی و تدوین طرح جامع صورت گرفته است. از روش طرح جامع منابع طبیعی در موارد متعددی استفاده شده که بیش‌تر این پژوهش‌ها در استان‌های بیابانی کشور تمرکز یافته است. از جمله این پژوهش‌ها؛ طرح جامع منطقه کوه مبارک جاسک (۱۳۷۵) است. در این منطقه انواع رخساره ژئومورفولوژی مانند ماسه سنگ با توان مرتع‌داری فقیر، رخساره خاک سیلتی با توان مرتع فقیر، رخساره بدلند با توان مرتع فقیر، رخساره ماسه ریزدانه و رخساره نبکا با توان مرتع خوب مورد شناسایی قرار گرفت. طرح بیابان‌زدایی نگرجاسک (۱۳۷۹) و طرح مطالعاتی بیریزگ (۱۳۷۸) نیز از دیگر پژوهش‌های انجام شده است(پرورش، ۱۳۸۹: ۳۰).

در این روش، واحدهای سنگ‌شناسی مشخص و با تفسیر و تجزیه و تحلیل واحدهای سنگ‌شناسی، تیپ‌ها معین و در داخل تیپ‌ها بر حسب شرایط، رخساره‌ها تعیین می‌شود. سپس با دخالت دادن عوامل توپوگرافی (شیب، ارتفاع و جهت)، رخساره‌های اصلی و یا واحدهای کاری مشخص می‌شود. واحدهای کاری به عنوان پایه مطالعات در زمین محسوب می‌شوند، و براساس آن مطالعات خاک و پوشش‌گیاهی، فرسایش در واحد، تیپ و رخساره انجام خواهد شد. سپس با مطالعه اقلیم و منابع آب، مطالعات شناخت و ارزیابی منابع انجام می‌گیرد. در کنار مطالعات شناخت منابع، مطالعات تفضیلی اجتماعی- اقتصادی نیز پیگیری می‌شود (احمدی، ۱۳۷۴: ۴۳۷). پرورش و همکاران در سال ۱۳۸۹ به مقایسه روش ژئومورفولوژی و روش آمایش سرزمین مخدوم جهت ارزیابی توان اکولوژیکی حوضه آبخیز نساء در استان هرمزگان پرداختند. بدین منظور از شاخص‌های شیب، جهت شیب، ارتفاع، سنگ‌شناسی، لندفرم، خاک، پوشش‌گیاهی و منابع آب استفاده کردند و توجهی به شاخص‌های گسل، آب‌های زیرزمینی و مخاطرات محیطی شامل پتانسیل سیلاب، زمین‌لغزش و زلزله‌خیزی (جدول ۳) نکردند. روش طرح جامع منابع طبیعی بیشتر جهت ارزیابی توان مناطق بیابانی کشور کاربرد دارد و فقط دو کاربری حفاظت و مرتع‌داری را تعیین می‌نماید. توان منطقه را برای کاربری‌های متنوع‌تری از جمله توریسم، توسعه شهری، صنعتی و روستایی به دست نمی‌آورد. به نظر می‌رسد این روش از کارآیی مناسبی در برنامه‌های آمایش سرزمین جهت توسعه کاربری‌های شهری، روستایی و صنعتی برخوردار نباشد.

- روش سیستمی [1]

1- system analysis

برای شناسایی و تعریف پهنه‌های همگن از نظر توان سرزمین برای کاربری‌ها در ارزیابی توان محیطی آمایش سرزمین، از روی هم‌گذاری همه ویژگی‌های محیطی (کلیه عوامل ارزیابی) و حصول به واحدهای همگن محیط زیست استفاده می‌کنند، که این شیوه را روش سیستمی نامیده‌اند (ابراهیم زاده و موسوی، ۱۳۹۳: ۱۴۸). در روش سیستمی وجود یک دیدگاه سیستماتیک در مدل نسبت به محیط و بررسی اجزای آن و نیز برآورد توان، بدون پیش داوری و تنها براساس توان واقعی سرزمین، از ویژگی منحصر به فرد آن است. از اینرو در محیط طبیعی، ارتباط اجزاء به قدری دقیق و منطقی است که به منظور بررسی آن، بایستی تمامی اجزاء و ارتباط اجزاء با یکدیگر مورد بررسی قرار گیرند. همچنین در نظام‌های علمی، به دلیل چارچوب مشخصی که برای خود ترسیم می‌کند نمی‌تواند به تنهایی از عهده‌ی پاسخگویی به سوالات عدیده‌ای که در مورد محیط طبیعی، نحوه‌ی بهره‌گیری از آن، ساماندهی و آمایش محیط مطرح می‌شود، برآید و مشکلات بی‌شماری که در آن پیش می‌آید، حل نماید. برای فایق آمدن بر این دشواری‌ها، دید عمومی و همه جانبه لازم است تا با یاری تجزیه و تحلیل رابطه‌های موجود بین عوامل نظام‌های علمی گوناگون، راه حل‌های مناسب به دست آید. با توجه به وابستگی‌های عواملی که در شاخه‌های جغرافیای طبیعی وجود دارد، می‌توان دریافت که موضوعات این علم تا چه اندازه با تعریف سیستم هماهنگی دارد. دانش ژئومورفولوژی از شاخه‌های جغرافیای طبیعی می‌باشد که با روش سیستمی، ویژگی خاصی کسب می‌کند و می‌تواند به طور علمی و سیستماتیک ارتباط خود را با قلمرو اکولوژی نشان دهد.

چورلی و کندی[1] به عنوان اولین جغرافیدانانی بودند که در ۱۹۶۲ نظریه سیستم‌ها را در ژئومورفولوژی مطرح و به‌کار گرفته‌اند. سیستم در ژئومورفولوژی عبارت است از ساختمانی با اثر متقابل فرایندها و شکل‌های زمین، که به طور مجزا یا مشترک عمل کرده و مجموعه‌ای از واحدهای شکلی زمین را ایجاد می‌کند (معتمد، ۱۳۷۵: ۱۵). اساس تحلیل‌های ژئومورفولوژی سیستمی بر اندازه‌گیری فرآیندها و رابطه بین فرم[2] و فرآیند استوار شده و با مشاهدات صحرایی سعی در ارائه مدل‌هایی است که بتواند حالت پایداری را تبیین نماید(Longbein &, Leopold, 1964).

از معایب عمده روش سیستمی این است که در یک سیستم، ارتباط اجزاء به قدری دقیق و منطقی است که به منظور بررسی یک سیستم بایستی تمامی اجزاء سیستم و ارتباط اجزاء با یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به اینکه کارشناسان تخصص‌های متفاوتی دارند، تمامی اجزاء یک سیستم را مورد توجه قرار نمی‌دهند. از اینرو ضرورت دارد که دانش ژئومورفولوژی با دید عمومی و همه جانبه خود، اثر متقابل فرآیندها و شکل‌های زمین را نیز در سیستم مورد توجه قرار دهد تا اجزای سیستم با واقعیت زمین انطباق بیشتری داشته باشد و شناسایی استعدادهای بالقوه و بالفعل سرزمین با توجه به اهداف ارزیابی توان محیطی آمایش سرزمین و استفاده بهینه از سرزمین بطور اصولی صورت گیرد. همچنین از دیگر معایب روش سیستمی این است که، پارامترهای معرفی شده جهت ارزیابی هم وزن معرفی می‌شوند، در حالیکه بعضی پارامترها تأثیر کلیدی بر کارآیی اکوسیستم و تعیین نوع کاربری دارند. نجفی نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۲ به مقایسه‌ی کارآیی دو روش سیستمی و تخصیص سرزمین چند فاکتوره در فرآیند آمایش سرزمین پرداختند و از معیارهای ارتفاع، شیب، جهت شیب، سنگ‌شناسی، خاک، پوشش‌گیاهی، اقلیم و آب استفاده کردند و توجهی به شاخص‌های لندفرم، گسل، آب‌های زیرزمینی و مخاطرات محیطی شامل پتانسیل سیلاب، زمین‌لغزش و زلزله‌خیزی(جدول ۳) نکرده‌اند.

مدل‌های ارزیابی توان محیطی در آمایش سرزمین، به‌کار گرفته شده در ایران

1- Chorly, Kennedy
2- form

به طورکلی مدل‌ها متأثر از روش‌ها هستند. روش‌ها در مطالعات ارزیابی توان محیطی آمایش سرزمین با توجه به ابعاد، متغیرها و شاخص‌های مورد استفاده، تکنیک‌های به‌کارگرفته شده و فرآیند انجام آن قابل تعریف هستند. بر همین اساس می‌توان روش‌ها را به کمی و کیفی، کلی و جزئی، ارگانیکی و مکانیکی، جامع و بخشی، تجریدی و یکپارچه و موارد مشابه آن تقسیم کرد. بطورمثال می‌توان مدل مک هارگ و مدل توان اکولوژیکی مخدوم را مبتنی بر روش سیستمی، روش طرح جامع منابع طبیعی و روش سیستم ارضی را جزو روش‌های موضوعی جامع نامید. در ادامه هر یک از این مدل‌ها به تفکیک مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند.

– مدل توسعه شهری، روستایی و صنعتی

مک هارگ[1] و لینچ اعتقاد دارند که شهر باید در بستر منطقه‌ای خود دیده شود و شکل شهر بیانی تاریخی و فرهنگی از منطقه باشد. تأکید بیشتر مک هارگ بر فرایندهای ژئومورفولوژیکی نسبت به عوارضی از قبیل مسیل‌ها و گسل‌ها، بیانگر این واقعیت است که او برآوردی کل‌گرا از طبیعت دارد و طرح‌هایی را می‌پروراند که از محدودیت‌های فضایی ناپایدار کوچک فراتر می‌رود. مک هارگ، مدل اکولوژیکی توسعه شهری، روستایی و صنعتی را تهیه نموده است (جدول ۱–۳) (قنواتی، در حال چاپ). منوری و طبیبیان در سال ۱۳۸۵ در تعیین عوامل زیست محیطی در مکان‌یابی شهرهای جدید در ایران، از مدل اکولوژیکی توسعه شهری، روستایی و صنعتی مک هارگ و از معیارهای ویژگی شکل زمین (شیب، جهت شیب و ارتفاع)، سنگ مادر و تراکم پوشش‌گیاهی، موقعیت و شکل زمین (میان‌بندها، دشت و شبه دشت و دره‌ها و موقعیت‌های کاسه‌ای مانند) استفاده کردند و توجهی به شاخص‌های گسل، آب‌های زیرزمینی و مخاطرات محیطی شامل پتانسیل سیلاب، زمین‌لغزش و زلزله‌خیزی(جدول ۳) نکرده‌اند. در مدل مک هارگ پارامترهای محیط زیستی شهر جدید هشتگرد، به عنوان مناسب‌ترین گزینه‌ها در انتخاب اراضی مورد نظر واقع شده است. اما براساس معیارهای پیشنهادی، این شهر از نظر زلزله‌خیزی، پتانسیل آلودگی هوا و ظرفیت منابع آب زیرزمینی در موقعیت مناسبی قرار نگرفته است. به نظر می‌رسد مدل توسعه شهری، روستایی و صنعتی مک هارگ، دیدی کل‌گرا نسبت به محیط طبیعی داشته باشد و تمامی اجزای محیط طبیعی از جمله فرآیندهای ژئومورفیک را در نظر نگرفته است. بنابراین در مکان‌یابی وگسترش سکونتگاه‌ها و مراکز صنعتی، بایستی تمامی ویژگی‌ها و فرآیندهای موثر بر لندفرم مورد توجه قرار گیرد در غیراین صورت خطرات جدی سکونتگاه‌ها و مراکز صنعتی را تهدید می‌کند و سبب بروز مخاطرات جبران‌ناپذیری می‌شود.

جدول ۱: مدل اکولوژیکی توسعه شهری، روستایی و صنعتی مک هارگ از نظر زیست‌محیطی برای احداث شهرهای جدید

پارامترها	بسیار مناسب	تقریباً مناسب	نامناسب
اقلیم و آب و هوا			
میانگین بارندگی سالانه	۸۰۰– ۵۰۰ میلی متر	هر اقلیم و آب وهوایی (به استثنای شرایطی که نامناسب ذکر شده‌اند)	در مسیر گردبادها و بادهای شدید موسمی، سرعت باد غالب بیش از ۵۰ کیلومتر در ساعت
میانگین دمای سالانه	۲۴ – ۱۸ درجه سانتی‌گراد		
درصد رطوبت	۸۰–۶۰ درصد		
سرعت باد غالب	تا ۳۵ کیلومتر در ساعت		
شکل زمین			
موقعیت و شکل زمین شیب	میان بندها ۶ درجه	دشت‌ها و شبه دشت ۹–۶ درجه	دره‌ها و موقعیت‌های کاسه‌ای مانند بیش از ۹درجه
ارتفاع از سطح دریا	۱۲۰۰–۲۰۰ متر	۲۰۰–۰ و ۱۸۰۰–۱۲۰۰	بیش از ۱۸۰۰ متر

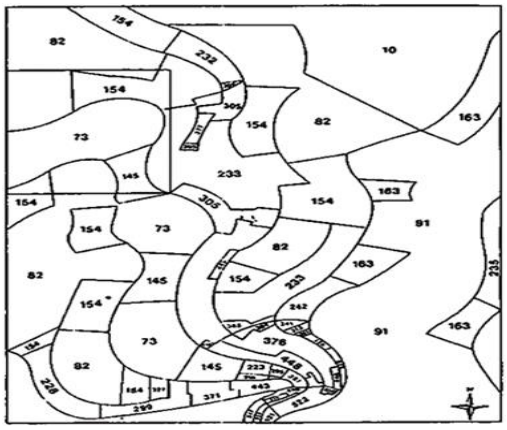
۱- McHarg

جهت جغرافیایی (آب وهوای معتدله؛ آب وهوای نیمه گرمسیری)	آب وهوای معتدله: دامنه جنوبی آب وهوای نیمه گرمسیری: دامنه شرقی	آب وهوای معتدله: دامنه غربی–شرقی آب وهوای نیمه گرمسیری: دامنه شمالی	آب وهوای معتدله: دامنه شمالی آب وهوای نیمه گرمسیری: دامنه جنوبی–غربی
سنگ مادر	ماسه سنگ، روانه‌های بازالتی، رسوبات آبرفتی (آبرفت‌های فلات قاره)	سنگ آهک و سنگ رس، گرانیت و توف‌های شکاف دار، روانه‌های بین چینه‌ای، لس، آبرفتی(مخروط افکنه، آبرفت-های دره‌ساز)	گسل پیدا و پنهان، سنگ مادر مارنی یا وجود لایه‌های مارن در زیر سنگ مادر، زلزله‌خیز، شیست تپه‌های ماسه‌ای و دشت-های سیلابی
خاک			
بافت و عمق خاک	لومی– لومی رسی (عمیق)	شنی عمیق، شنی لومی کم‌عمق تا عمیق، لومی کم‌عمق تا متوسط و لومی رسی کم‌عمق تا متوسط	شنی کم‌عمق رسی سنگین یا نیمه سنگین و خاک هیدرومرف
شرایط زهکشی خاک	خوب تا کامل	متوسط تا خوب	ناقص
ساختمان خاک	نیمه تحول یافته با دانه-بندی متوسط	نیمه تحول یافته	کم‌تحول یافته– دانه‌بندی خیلی ریز
منابع آب			
کمیت آب	۲۲۵–۳۰۰ لیتر در روز برای هر نفر	۱۵۰–۲۲۵ لیتر در روز برای هر نفر	کمتر از ۱۵۰ لیتر در روز برای هر نفر
پوشش گیاهی			
تراکم پوشش گیاهی تراکم پوشش علفی	کمتر از ۳۰ درصد کمتر از ۳۰ درصد	۶۰–۳۰ درصد کمتر از ۵۰ درصد	بیش از ۶۰ درصد بیش از ۵۰ درصد یا کشتزار آبی

مأخذ: منوری و طبیبیان، ۱۳۸۵.

مدل‌های توان اکولوژیکی مخدوم

نخستین تجربه تعیین توان اکولوژیکی در ایران را مخدوم در دهه ۱۳۷۰ در تحلیل و بررسی قابلیت‌های هر کاربری برداشت.(حاتمی نژاد، حسین، ۱۳۹۲: ۱۰). اساس این مدل بر پایه تجزیه و تحلیل سیستمی مک‌هارگ بنا شده و تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی داده‌ها براساس ارزیابی چند عامله انجام می‌پذیرد. شایان ذکر است که در مدل‌های توان اکولوژیکی مخدوم، نقشه واحدهای شکل زمین (شکل۱) به دو صورت تهیه می‌شود. ۱: شیوه چند ترکیبی که در آن نقشه‌های طبقه شیب، ارتفاع از سطح دریا و جهت‌های جغرافیایی با هم تلفیق می‌شوند. ۲: شیوه دو ترکیبی، که نخست نقشه طبقه ارتفاع از سطح دریا و نیز طبقات درصد شیب روی هم‌گذاری و تلفیق می‌شوند و سپس نقشه تلفیق شده روی نقشه جهت‌های جغرافیایی قرار داده می‌شود و تلفیق نهایی برای دست‌یابی به نقشه واحدهای شکل زمین انجام می‌پذیرد (مخدوم، ۱۳۹۲: ۱۲۱) که تفاوت فاحشی از نظر مفهوم و نحوه‌ی استخراج لندفرم‌ها با نقشه شکل‌های زمین در دانش ژئومورفولوژی دارد و به سیستم‌های فرمزا و فرآیندهای حاکم بر آن توجه نشده است و لزوم توجه به این امر در مدل توان اکولوژیکی مخدوم مطرح است.



شکل ۱: نقشه واحد شکل زمین با استفاده از روش دو ترکیبی

مدل اکولوژیکی توسعه شهری، روستایی و صنعتی

مدل اکولوژیکی توسعه شهری، روستایی و صنعتی، نمایش‌گر شرایط مناسب‌ترین یا مناسب برای بر پا کردن ساخته شده‌ها در شرایط سازگار با توان اکولوژیکی محیط‌زیست است، که در این حالت با کمترین هزینه، با دوام‌ترین ساختنی‌ها (نه از نظر مصالح بلکه از نظر زیرساخت) ساخته می‌شوند(مخدوم، ۱۳۹۲: ۲۰۳). نوری و جوزی در سال ۱۳۸۱، به ارزیابی توان اکولوژیک منطقه ۲۲ شهرداری تهران به منظور کاربری توسعه شهری، از مدل مخدوم و از معیارهای شیب، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا، لندفرم، گسل، تیپ خاک، تیپ و تراکم پوشش گیاهی، سنگ‌شناسی، منابع آب و اقلیم استفاده کردند و توجهی به شاخص‌های آب‌های زیرزمینی و مخاطرات محیطی شامل پتانسیل سیلاب، زمین‌لغزش و زلزله‌خیزی(جدول ۳) نکرده‌اند. این مدل مانند مدل مک هارک دید کل گرا نسبت به طبیعت دارد. از دیگر معایب این مدل، این است که میزان اثرگذاری و یا ضریب اهمیت معیارها مشخص نیست و فقط وجود و یا عدم وجود آنها مورد توجه قرار می‌گیرد. همچنین در هنگام روی هم‌گذاری لایه‌ها به دلیل عدم پوشش و نبود سطوح مشترک بین لایه‌ها، بسیاری از پهنه‌های سرزمین که ممکن است دارای ویژگی‌های مطلوبی برای توان مورد نظر باشد، به منظور رسیدن به یک واحد همگن بین لایه‌ها، حذف می‌شوند.

جدول ۲: مدل اکولوژیکی توسعه شهری، روستایی و صنعتی مخدوم

پارامترها	بسیار مناسب	تقریباً مناسب	نامناسب
اقلیم و آب و هوا			
میانگین بارندگی سالانه	۸۰۰– ۵۰۰ میلی متر	هر اقلیم و آب وهوایی (به استثنای شرایطی که نامناسب ذکر شده‌اند)	در مسیر گردبادها و بادهای شدید موسمی، سرعت باد غالب بیش از ۵۰ کیلومتر در ساعت
میانگین دمای سالانه	۲۴ – ۱۸ درجه سانتی‌گراد		
درصد رطوبت	۸۰–۶۰ درصد		
سرعت باد غالب	تا ۳۵ کیلومتر در ساعت		
شکل زمین			
موقعیت و شکل زمین شیب	میان بندها ۶ درجه	دشت‌ها و شبه دشت ۶–۹ درجه	دره‌ها و موقعیت‌های کاسه‌ای مانند بیش از ۹درجه
ارتفاع از سطح دریا	۱۲۰۰–۲۰۰ متر	۲۰۰–۰ و ۱۸۰۰–۱۲۰۰	بیش از ۱۸۰۰ متر
جهت جغرافیایی آب وهوای معتدله: آب وهوای نیمه گرمسیری:	دامنه جنوبی دامنه شرقی	دامنه غربی–شرقی دامنه شمالی	دامنه شمالی دامنه جنوبی–غربی
سنگ مادر	ماسه سنگ، روانه-های بازالتی، رسوبات آبرفتی (آبرفت‌های فلات قاره)	سنگ آهک و سنگ رس، گرانیت و توف‌های شکاف دار، روانه‌های بین چینه‌ای، لس، آبرفتی(مخروط افکنه، آبرفت‌های دره‌ساز)	گسل پیدا و پنهان، سنگ مادر مارنی یا وجود لایه‌های مارن در زیر سنگ مادر، زلزله‌خیز، شیست تپه‌های ماسه‌ای و دشت-های سیلابی
خاک			
بافت و عمق خاک	لومی– لومی رسی (عمیق)	شنی عمیق، شنی لومی کم-عمق تا عمیق، لومی کم-عمق تا متوسط و لومی رسی کم‌عمق تا متوسط	شنی کم‌عمق رسی سنگین یا نیمه سنگین و خاک هیدرومرف
شرایط زهکشی خاک	خوب تا کامل	متوسط تا خوب	ناقص
ساختمان خاک	نیمه تحول یافته با دانه‌بندی متوسط	نیمه تحول یافته	کم‌تحول یافته– دانه‌بندی خیلی ریز
منابع آب			
کمیت آب	۳۰۰–۲۲۵ لیتر در روز برای هر نفر	۲۲۵–۱۵۰ لیتر در روز برای هر نفر	کمتر از ۱۵۰ لیتر در روز برای هر نفر
هیدرولوژی	–	–	بستر خشک رودخانه، مسیل، گذرگاه آبراهه های طبیعی
پوشش گیاهی			
تراکم پوشش گیاهی تراکم پوشش علفی	کمتر از ۳۰ درصد کمتر از ۳۰ درصد	۶۰–۳۰ درصد کمتر از ۵۰ درصد	بیش از ۶۰ درصد بیش از ۵۰ درصد یا کشتزار آبی

مآخذ: مخدوم، ۱۳۹۲.

جدول ۳: مروری بر معیارهای استفاده شده در مدل‌های بکار گرفته شده در آمایش سرزمین ایران

مدل	محقق	معیار																
		میانگین بارندگی سالانه	میانگین دمای سالانه	سرعت باد	درصد رطوبت نسبی	لندفرم	ارتفاع	شیب	جهت شیب	سنگ مادر	گسل	خاک	آب سطحی	آب زیرزمینی	کمیت آب	پوشش گیاهی	مخاطرات محیطی
تحلیل سیستم ارضی	منتصری و همکاران (۱۳۹۶)	–	–	–	–	+	+	+	+	+	–	+	+	–	–	+	–
ژئومورفولوژی	پرورش و همکاران (۱۳۸۹)	+	–	–	–	+	+	+	+	+	–	+	+	–	–	+	–
سیستمی	نجفی نژاد و همکاران (۱۳۹۲)	+	–	–	–	–	+	+	+	+	–	+	+	–	–	+	–
توسعه شهری صنعتی و روستایی (مک‌هارگ)	منوری و طیبیان (۱۳۸۵)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	+	+	–

مأخذ: نگارندگان.

راهنما: (+) بیانگر این است که معیار در مدل مورد استفاده قرار گرفته است.

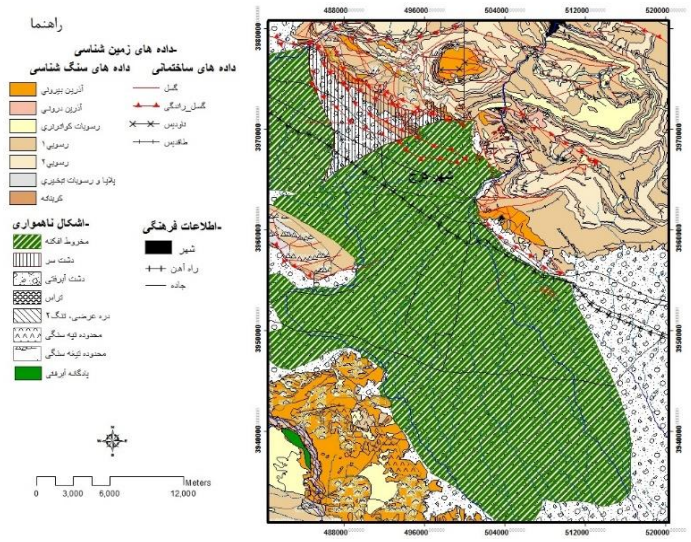
(–) بیانگر این است که معیار در مدل مورد استفاده قرار نگرفته است.

تحلیل یافته‌ها

هر یک از شاخص‌های محیط طبیعی مانند مورفولوژی به زیر شاخص‌های دیگری تقسیم می‌شود. به‌عنوان مثال، شاخص مورفولوژی دارای زیر شاخص‌های شکل زمین (شیب، جهت شیب و ارتفاع)، لندفرم‌ها و فرایندهای ژئومورفیک است. اما در مدل‌ها و روش‌های ارزیابی توان محیطی در آمایش سرزمین از میان شاخص‌های ژئومورفولوژیکی بیشتر به شاخص‌های شکل زمین توجه شده است. در حالی که منظور از شاخص‌های مورفولوژیکی لزوماً اینها نیستند و شاخص‌های دیگری نیز بایستی مورد توجه قرار گیرند. برای ارزیابی توان‌های محیطی، تنها میزان شیب و جهت‌های آن و یا حتی ویژگی‌های واحدها و زیر واحدهای لندفرمی نمی‌تواند به عنوان ویژگی‌های اساسی ژئومورفولوژیک در نظر گرفته شود. بلکه در ارزیابی توان‌های محیطی یک منطقه، پویایی این عوارض نیز باید مورد توجه قرار گیرد. عوارض ژئومورفولوژیک، عوارضی پویا هستند. از این رو تنها تأکید بر ویژگی‌های ایستای این عوارض نمی‌تواند منجر به ارزیابی کامل و بدون نقص استعداد محیطی مکان‌ها باشد. در واقع هر یک از فرایندهای تغییر دهنده شکل زمین مانند آب، باد، یخچال و نیروی ثقل، بطور مستمر در حال دستکاری و تغییر چهره زمین هستند که این سبب پویایی چشم‌اندازها شده و نیز گاهی باعث رخداد مخاطرات جبران‌ناپذیری می‌شود. شناخت فرایندها و بررسی ساز و کارهای ایجاد و تحول این عوارض کمک شایانی به شناخت توان‌های بالقوه و برنامه‌ریزی بهره‌وری مطلوب و در نهایت توسعه پایدار مناطق جغرافیایی می‌شود. برای مثال در مکان‌یابی برج میلاد (تهران)، مسیل بزرگ درکه– اوین، روانگرایی و فرآیندهای حاکم بر آن مطالعه نشده است و در صورت وقوع مخاطرات، خسارات فراوان جانی و مالی را در پی خواهد داشت. لذا با توجه به ضرورت این امر در ارزیابی توان محیطی، پس از مطالعه روش‌های ارزیابی توان محیطی در آمایش سرزمین ایران، مدل ارزیابی توان محیطی جدیدی براساس تلفیق روش‌های موجود و با توجه به دیدگاه ژئومورفولوژی ارائه گردید(جدول شماره ۴و۵). مدل ارزیابی توان اکولوژیک جدید، شامل ارزیابی توان اکولوژیک و ارزیابی توان مخاطرات محیطی است. ارزیابی توان اکولوژیک شامل معیار آب و هوا که به زیر معیارهای، میانگین بارندگی سالانه، میانگین دمای سالانه، سرعت باد، درصد رطوبت نسبی طبقه‌بندی شده است. همچنین با توجه به اینکه جهت باد غالب با در نظر گرفتن توپوگرافی منطقه تأثیر بسزایی در استقرار صنایع دارد به نحوی که اگر جهت باد غالب در مکان‌گزینی صنایع رعایت

نشود شاهد آلودگی هوا بخصوص در فصل زمستان در شهرها هستیم(کرم و همکاران، ۱۳۹۳). زیر معیار جهت باد غالب با توجه به ضرورت این امر، به معیار آب و هوا اضافه گردید(جدول۴).

مطالعه شکل دامنه، محور مطالعات ژئومورفولوژیکی برای مدت طولانی بوده است. دامنه‌ها نه تنها بخش اعظم مناظر طبیعی را شامل می‌شوند، بلکه قسمت کاملی از سیستم زهکشی، آب و رسوبات را برای رودخانه تأمین می‌کنند (صمدی، ۱۳۹۵: ۷۰). از این رو زیرمعیار انحنای دامنه، که محدب و مقعر بودن دامنه را نشان می‌دهد به معیار شکل زمین افزوده شد. همچنین در معیار موقعیت و شکل زمین، طبقه‌بندی جدیدی از لندفرم‌ها به منظور توسعه شهری ارائه شد. با تهیه نقشه ژئومورفولوژی منطقه کلان‌شهر کرج، واحدهای دشت آبرفتی، مخروط افکنه، دشت سر، تپه ماهور و کوه تشخیص داده شد(شکل ۱). کوه و تپه ماهور به دلیل شیب زیاد در طبقه نامناسب توسعه شهری قرار گرفتند. همچنین دشت آبرفتی، به دلیل دارا بودن شیب ملایم و توپوگرافی هموار، نفوذپذیری بالای رسوبات، آب زیرزمینی و حاصلخیزی خاک، محیط مناسبی را جهت استقرار و توسعه شهرها بوجود آورده است . اما تمامی بخش های دشت آبرفتی بطور یکنواخت مناسب نمی باشند. همچنین در معرض فرآیندهای رودخانه‌ای (طغیان) و نشست زمین قرار دارند. به همین دلیل دشت آبرفتی در طبقه تقریباً مناسب از نظر توسعه شهری قرار گرفت. مخروط افکنه و دشت سر از نظر ویژگی‌های آب و هوایی (بادهای بین کوه و دشت)، آب‌های سطحی و زیرزمینی، خاک و کشاورزی، چشم انداز خوب و فضای سبز طبیعی، از شرایط مثبتی به منظور توسعه شهری برخوردارند و همچنین دارای عوامل بازدارنده از جمله سیلاب و نشست زمین هستند اما نسبت به دشت آبرفتی دارای شرایط بهتری برای توسعه شهری می‌باشند و در طبقه بسیار مناسب از نظر توسعه شهری قرار گرفتند.



شکل ۱: نقشه ژئومورفولوژی محدوده کلانشهر کرج

با توجه به اهمیت گسل‌ها در شهر بایستی حریم آنها مورد بررسی قرار گیرد از این رو زیرمعیار گسل اصلی با توجه به ضوابط و مقررات وزارت مسکن و شهرسازی، حریم آنها مشخص و به معیار زمین شناسی اضافه گردید(جدول۴).

بالا بودن آب‌های زیرزمینی و افزایش رطوبت خاک سبب کاهش مقاومت خاک، افزایش پتانسیل روانگرایی، افزایش خطر رمبندگی خاک ناشی از تراکم آبی و شسته شدن ذرات ریز خاک و فساد اجزای بتنی و فلزی خواهد شد (ترابی حکم آبادی، ۱۳۹۳). از این رو زیرمعیار آب‌های زیرزمینی به معیار هیدرولوژی اضافه گردید. با توجه به داده‌های سطح آب زیرزمینی کلان‌شهر کرج (وزارت نیرو) سطح ایستابی آب زیرزمینی بیش از ۵۰ متر در طبقه اول، ۲۵-۵۰ متر برای طبقه دوم و کمتر از ۲۵ متر برای طبقه سوم (نامناسب) درنظر گرفته شد. همچنین حریم آب‌های سطحی با توجه به

ضوابط وزارت نیرو تعیین شد(جدول۴). امروزه با وجود پیشرفت فن‌آوری‌های نوین، مخاطرات محیطی در بسیاری از شهرهای دنیا هنوز حادثه‌ساز و بحران‌زا است. از این رو منطقی به نظر می‌رسد با پهنه‌بندی مخاطرات محیطی در شهرها از استقرار تأسیسات و نواحی مسکونی در مناطقی با خطر زیاد جلوگیری و یا تمهیدات لازم به عمل آید. با توجه به ضرورت این امر، معیار مخاطرات محیطی و زیرمعیارهای پتانسیل سیلاب، پتانسیل زمین‌لغزش و لرزه‌خیزی نیز در نظر گرفته شد تا از استقرار تأسیسات و نواحی مسکونی در مناطقی با خطر زیاد جلوگیری و یا تمهیدات لازم به عمل آید(جدول۵).

جدول ۴: ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری

معیار	شاخص	بسیار مناسب	تقریباً مناسب	نامناسب	مراجع
آب و هوا	میانگین بارندگی سالانه	۵۰۰–۸۰۰ میلی متر	هر اقلیم و آب و هوایی به استثنای شرایطی که نامناسب ذکر شده اند	در مسیر گردبادها و بادهای شدید موسمی، سرعت باد غالب بیش از ۵۰ کیلومتر در ساعت	مخدوم، ۱۳۹۲ و منوری، ۱۳۸۵
	میانگین دمای سالانه	۱۸–۲۴ سانتی گراد			مخدوم، ۱۳۹۲ و منوری، ۱۳۸۵
	سرعت باد	کمتر از ۳۵ کیلومتر در ساعت			مخدوم، ۱۳۹۲ و منوری، ۱۳۸۵
	درصد رطوبت نسبی	۶۰–۸۰ درصد			مخدوم، ۱۳۹۲ و منوری، ۱۳۸۵
	جهت باد غالب			توپوگرافی منطقه بصورت دره و استقرار صنایع در جهت باد غالب	نگارندگان
ژئومورفولوژی	موقعیت و لندفرم	مخروط افکنه، دشت سر	دشت آبرفتی	کوه، تپه ماهور	نگارندگان
	انحنای دامنه	مقدار صفر		کوچکتر و بزرگتر از صفر	نگارندگان
	شیب	تا ۶ درجه	۶–۹ درجه	بیش از ۹ درجه	مخدوم، ۱۳۹۲ و منوری، ۱۳۸۵
	ارتفاع از سطح دریا	۴۰۰–۱۲۰۰ متر	۰–۴۰۰ و ۱۸۰۰–۱۲۰۰	بیش از ۱۸۰۰ متر	مخدوم، ۱۳۹۲
	جهت جغرافیایی آب و هوای معتدله آب و هوای نیمه گرمسیری	جنوبی شرقی	غربی–شرقی شمالی	شمالی جنوبی–غربی	مخدوم، ۱۳۹۲ و منوری، ۱۳۸۵
زمین شناسی	سنگ مادر	ماسه سنگ، روانه های بازالتی، رسوبات آبرفتی (آبرفت های فلات قاره)	سنگ آهک و سنگ رس، گرانیت و توف‌های شکافدار، روانه‌های بین چینه ای، لس، آبرفتی (مخروط افکنه آبرفت دره ساز)	سنگ مادر مارنی یا وجود لایه های مارن در زیر سنگ مادر، شیست تپه های ماسه ای و دشت های سیلابی	مخدوم، ۱۳۹۲ و منوری، ۱۳۸۵

	گسل اصلی			۱ کیلومتر	ضوابط و مقررات وزارت مسکن و شهرسازی
خاک	بافت و عمق خاک	لومی–لومی رسی عمیق	شنی عمیق، شنی لومی کم عمق تا عمیق، لومی کم عمق تا متوسط و لومی رسی کم عمق تا متوسط	شنی کم عمق رسی سنگین و خاک هیدرومرف	مخدوم، ۱۳۹۲ و منوری، ۱۳۸۵
	شرایط زهکشی خاک	خوب تا کامل	متوسط تا خوب	ناقص	مخدوم، ۱۳۹۲ و منوری، ۱۳۸۵
هیدرولوژی و منابع آب	کمیت آب	۳۰۰–۲۲۵ لیتر در روز برای هر نفر	۱۵۰–۲۲۵ لیتر در روز برای هر نفر	کمتر از ۱۵۰ لیتر در روز برای هر نفر	مخدوم، ۱۳۹۲ و منوری، ۱۳۸۵
	آب های سطحی			۱۰۰۰متر	ضوابط و مقررات وزارت نیرو
	آب های زیرزمینی	سطح ایستابی آب زیرزمینی بیش از ۵۰ متر باشد	سطح ایستابی آب زیرزمینی ۲۵–۵۰ متر باشد	سطح ایستابی آب زیرزمینی کمتر از ۲۵ متر باشد	نگارندگان
پوشش گیاهی	تراکم پوشش درختی	کمتر از ۳۰ درصد	۳۰–۶۰ درصد	بیش از ۶۰ درصد	مخدوم، ۱۳۹۲ و منوری، ۱۳۸۵

مأخذ: نگارندگان.

جدول ۵: ارزیابی توان مخاطرات محیطی

معیار	شاخص	بسیار مناسب	تقریباً مناسب	نامناسب	مرجع
مخاطرات محیطی	پتاسیل سیلاب	کم	متوسط	زیاد	بهنیافر، ۱۳۸۹، زیاری۱۳۹۴، پوراحمد۱۳۹۵.
	پتانسیل زمین لغزش	کم	متوسط	زیاد	بهنیافر، ۱۳۸۹
	زلزله خیزی			سوابق بروز زلزله‌های بیش از ۶ ریشتر در این مناطق وجود دارد.	پورجعفر، ۱۳۹۱

مأخذ: نگارندگان.

نتیجه‌گیری

به منظور پیشگیری از وقوع بحران‌های محیط زیستی ناشی از استفاده غیر منطقی از زمین، روش‌های متفاوتی در ایران برای ارزیابی توان محیطی و آمایش کاربری‌ها در سرزمین ارائه شده است. در این پژوهش روش‌ها و مدل‌های مختلف ارزیابی توان محیطی آمایش سرزمین در ایران از نظر ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی مورد تحلیل قرار گرفتند. سپس مدل ارزیابی توان محیطی جدیدی براساس تلفیق روش‌های موجود و با توجه به دیدگاه ژئومورفولوژی ارائه گردید. در این خصوص مدل‌های ارزیابی توان محیطی آمایش سرزمین در ایران در پنج گروه شامل روش تحلیل سیستم ارضی، طرح جامع منابع طبیعی، سیستمی و مدل توسعه شهری، روستایی و صنعتی مک هارگ و توان اکولوژیکی مخدوم بررسی شدند. بررسی روش‌ها با توجه به معیارهای مورد استفاده در هر روش نشان داد که در روش تحلیل سیستم ارضی، معیارهای آب و هوا، گسل، آب زیرزمینی و مخاطرات محیطی در نظر گرفته نشده و همچنین در روش طرح جامع منابع طبیعی نیز توجهی به مخاطرات محیطی نشده و تنها دو کاربری حفاظت و مرتع‌داری تعیین شده‌اند. در روش سیستمی

نیز با توجه به اینکه کارشناسان تخصص‌های متفاوتی دارند، تمامی اجزاء یک سیستم را مورد توجه قرار نمی‌دهد. مدل‌های توسعه شهری، روستایی و صنعتی مک‌هارگ و توان اکولوژیک مخدوم، دید کل‌گرا به طبیعت دارند و توجهی به معیارهای آب‌های سطحی و زیرزمینی و مخاطرات محیطی در آنها نشده است. بنابراین مدل ارزیابی توان محیطی جدیدی براساس تلفیق روش‌های موجود و با توجه به دیدگاه ژئومورفولوژی ارائه گردید. این مدل شامل ارزیابی توان اکولوژیک و ارزیابی توان مخاطرات محیطی است. در ارزیابی توان اکولوژیک، زیرمعیار جهت باد غالب، انحنای دامنه، آب‌های سطحی و زیرزمینی اضافه گردید. همچنین در معیار موقعیت و شکل زمین، طبقه‌بندی جدیدی از لندفرم‌ها به منظور توسعه شهری ارائه شد. با توجه به اهمیت گسل‌ها در شهر بایستی حریم آنها مورد بررسی قرار گیرد از این رو زیرمعیار گسل اصلی با توجه به ضوابط و مقررات وزارت مسکن و شهرسازی، حریم آنها مشخص و به معیار زمین شناسی اضافه گردید. با توجه به داده‌های سطح آب زیرزمینی کلان‌شهر کرج (وزارت نیرو) سطح ایستابی آب زیرزمینی بیش از ۵۰ متر در طبقه اول، ۲۵–۵۰ متر برای طبقه دوم و کمتر از ۲۵ متر برای طبقه سوم (نامناسب) درنظر گرفته شد. همچنین حریم آب‌های سطحی با توجه به ضوابط وزارت نیرو تعیین شد.

با تهیه نقشه ژئومورفولوژی منطقه کلان‌شهر کرج، واحد کوه و تپه ماهور در طبقه نامناسب، واحدهای دشت آبرفتی در طبقه تقریباً مناسب و واحد مخروط افکنه و دشت سر در طبقه بسیار مناسب از نظر توسعه‌ی شهری قرار گرفتند. ارزیابی توان مخاطرات محیطی نیز شامل ارزیابی پتانسیل سیلاب، زمین‌لغزش و زلزله‌خیزی است.

منابع

۱- احمدی، حسن، (۱۳۷۴)، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- ابراهیم زاده، عیسی و موسوی، میرنجف، (۱۳۹۳)، روش ها و تکنیک های آمایش سرزمین، چاپ اول، انتشارات سمت، تهران.

۳- احمدآبادی، علی و فتح اله زاده، محمد، (۱۳۹۵)، بررسی عدم انطباق مفهوم شکل زمین (لندفرم) در مطالعات آمایش سرزمین کشور با مفهوم رایج در ژئومورفولوژی، چهارمین همایش ملی انجمن ایرانی ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران.

۴- باقری بداغ آبادی، محسن، (۱۳۹۰)، ارزیابی سرزمین کاربردی و آمایش سرزمین، چاپ دوم، انتشارات پلک، تهران.

۵- بدری، سیدعلی و صادق قنبری، جعفر، (۱۳۸۴)، ارزیابی توان های محیطی در عمران روستایی(مطالعه موردی: حوضه رود قلعه چای عجب شیر)، پژوهش های جغرافیایی، شماره۵۴، صص۱۸۵-۱۷۳.

۶- پرورش، حسین و همکاران، (۱۳۸۹)، مقایسه روش آمایش فیزیکی (ژئومورفولوژی) و روش آمایش سرزمین جهت ارزیابی توان اکولوژیکی حوزه آبخیز نساء در استان هرمزگان، فصلنامه آمایش سرزمین، سال دوم، شماره دوم، صص ۵۰-۲۷.

۷- جوزی، سیدعلی و همکاران، (۱۳۹۴)، روش ها و تکنیک های آمایش سرزمین و برنامه ریزی منطقه ای، چاپ اول، انتشارات علم کشاورزی ایران، تهران.

۸- جوزی، سیدعلی و حسینی، سیده زینب، (۱۳۹۴)، ارزیابی توان اکولوژیک یاسوج به منظور استقرار کاربری توسعه ی شهری، فصلنامه محیط شناسی، دوره ی ۴۱، شماره۳، صص ۶۱۲-۵۸۹.

۹- چورلی، ریچارد جی و همکاران، (۱۳۷۵)، ژئومورفولوژی، ترجمه معتمد، احمد، چاپ اول، انتشارات سمت، تهران.

۱۰- حاتمی نژاد، حسین و همکاران، (۱۳۹۲)، ارزیابی تناسب کاربری اراضی از طریق مدل توان اکولوژیک در استان اردبیل با هدف آمایش سرزمین، فصلنامه آمایش سرزمین، دوره پنجم، شماره اول، صص۲۶-۵.

۱۱- رامشت، محمدحسین و شاه زیدی، سمیه سادات، (۱۳۹۰)، کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی ملی، منطقه ای، اقتصادی، توریسم، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه اصفهان.

۱۲- رامشت، محمدحسین، (۱۳۸۸)، نقشه های ژئومورفولوژی (نمادها و مجازها)، چاپ سوم، انتشارات سمت، تهران.

۱۳- رجائی، عبدالحمید، (۱۳۷۳)، کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، چاپ اول، نشر قومس.

۱۴- روستایی، شهرام و جباری، ایرج، (۱۳۸۶)، ژئومورفولوژی مناطق شهری، چاپ اول، انتشارات سمت.

۱۵- زمردیان، محمدجعفر، (۱۳۷۸)، کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی شهری و روستایی، سمت، چاپ سوم، تهران.

۱۶- سرور، رحیم، (۱۳۸۵)، جغرافیای کاربردی و آمایش سرزمین، چاپ دوم، انتشارات سمت، تهران.

۱۷- شهماری اردجانی، رفعت، (۱۳۹۳)، تهیه و ترسیم نقشه های ژئومورفولوژی غرب استان گیلان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰(مطالعه موردی: محدوده آستارا-حویق)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال۷، شماره۲۶، صص۳۸-۲۵.

۱۸- عبداله زاده، علی و همکاران، (۱۳۹۴)، ارزیابی توان و انطباق توسعه ی کاربری سکونتگاه روستایی مدل سیستمی با کاربری موجود در آبخیز زیارت گرگان، مجله جغرافیا و توسعه ی ناحیه ای، سال۱۳، شماره۲، صص۲۰۰-۱۸۳.

۱۹- قنواتی، عزت‌اله ؛ بهشتی جاوید، ابراهیم، (۱۳۹۲)، روش‌ها و تکنیک‌های جدید ترسیم نقشه‌های ژئومورفولوژی، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی خوارزمی، تهران.

۲۰- قنواتی، عزت‌اله، در حال چاپ، ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی و محیط زیست شهری.

۲۱- قرخلو، مهدی و همکاران، (۱۳۸۸)، ارزیابی توان اکولوژیک منطقه‌ی قزوین جهت تعیین نقاط بالقوه توسعه‌ی شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، فصلنامه مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال اول، شماره دوم، صص ۶۸-۵۱.

۲۲- کرم، امیر و همکاران، (۱۳۹۳)، بررسی تأثیر توپوگرافی در آلودگی هوای شهر اراک، اولین همایش علوم جغرافیایی ایران، موسسه جغرافیا، تهران.

۲۳- مخدوم، مجید، (۱۳۷۰)، ارزیابی توان اکولوژیک منطقه گیلان و مازندران برای توسعه شهری، صنعتی و روستایی و توریسم، محیط شناسی، دوره۱۶، شماره۱۶، صص۱۰۰-۸۱

۲۴- مخدوم، مجید، (۱۳۹۲)، شالوده آمایش سرزمین، چاپ چهاردهم، انتشارات دانشگاه تهران.

۲۵- منوری، سید مسعود و طبیبیان، سحر، (۱۳۸۵)، تعیین عوامل زیست محیطی در مکان یابی شهرهای جدید در ایران، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هشتم، شماره سه، صص ۱۰- ۱.

۲۶- منتصری، لیلا و همکاران، (۱۳۹۶)، نقش ژئومورفولوژی در مدیریت منابع طبیعی با استفاده از روش تحلیل سیستم-های ارضی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کلاته سادات سبزوار)، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، سال پنجم، شماره۴، صص۱۵۸-۱۳۷.

۲۷- نجفی نژاد، علی و همکاران، (۱۳۹۲)، مقایسه ی کارآیی دو روش سیستمی و تخصیص سرزمین چند فاکتوره در فرآیند آمایش سرزمین با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال چهارم، شماره یک، صص ۱۱-۱.

28. Ajza-Shokouhi, M.; Kazemi, Kh.; Ahmadi, A. (2013). "Ecological capability evaluation for urban physical development by using multi-criteria decision- making analysis methods in GIS (Case study: Mashhad City in Iran)". International Journal of Emerging Trends in Engineering and Development, 3(6), 265-275.

29. Borthwick, A.; Liu, R.; Zhang, K.; Zhang, Zh. (2014). "Land-use suitability analysis for urban development in Beijing, China". Environmental Management, 145, 170-179.

30. Bontayan, N.C., and Bishop, I.D. 1998, Linking objective and subjective modeling for land use decision making. Landscape and urban planning. 43(1-3) 35-48.

31. Brunsden, D (2002), "Geomorphological roulette for engineers and planners: Some insights into old game", Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology 35, 101- 142.

32. Capotorti, G., Guida, D., Siervo, V., Smiraglia, D. and Blasi, C., 2012, Ecological classification of land and conservation of biodiversity at the national level: The case of Italy, Biological Conservation, Vol. 147, Iss. 1, pp. 174-183.

33. Diallo,B.,(2009). Linking participatory and GIS-based land use planning methods:A case study from Burkina Faso. Land Use Policy 26, 1162–1172.

34. Goudie.A.S (2004), "Encyclopedia of Geomorphology", Volume ²- Routledge LTd.

35. Langbein. W.B. and Leopold, L.B., 1964 Quasi-equilibrium states in channel morphology. AM,I. Sci. 262: 782-794,.

36. Makhdoum, M. F. 2007. Fundamental of land use planning 7th edn. Univ. Tearan Press. Tehran.

37. Naveh, Z.; Lieberman, A.S.1994. Landscape ecology, theory and application. 2nd edn. Springer Verlag, New York.

38. Pound, Barry et al. (2003); Managing Natural resources for Sustainable Livelihoods: Uniting Science and Participation, Earthscan Publications Ltd., IDRC,Canada

39. Radklift, M., 1994, Sustainable Development, Center of Planning and Agro Economic Studies, Tehran, Agriculture Ministry.

40. Ramakrishna,N. 2003. Production system planning for resource conservation in a micro watershed, Electronic green journal (18):1-10.

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

42. Stewart, G. A. and Perry, R. A., 1953, The land systems of the Townsville- Bowen region, Land Research and Regional Survey Section, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, Canberra, Land Research Series No. 2, pp. 55-68.

43. Shulka,S., Yadav, P.D., and Coel, R.K. 2003. Land use planning GIS and Linear Programming. GIS development,6pp.

44. Wu, J. and Hobbs, R. J.2002. Key issues and research pirorites in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. Landscape Ecol. 17,355-365.