Spatial Analysis of Hazardous Areas in Ardabil City

*B. Imani

**M. Porkhosravani

Inappropriate infrastructure of residential units and socioeconomic inequalities between cities and villages have caused spatial disruption in the country's residential network and has constantly increased their vulnerability to natural disasters. In this regard, this research attempts to zone the risk areas of Ardebil province using fuzzy logic. The results of seismic hazard zonation show that hazardous areas are located near faults and rocks that are resistant to earthquake. It is worth mentioning that almost large parts of the area are located in the north and south, and in particular in the Hir area, in a high-risk zone. Only small parts in the west are located in a low-risk area. Also, based on the obtained map, the western and southeastern parts of the region, with features such as steep slopes and dense waterways, show the highest degree of vulnerability due to amplitude movements. Also, according to the map the northern region near the northwest to the west and southeast within the Hir district, there is the most intense soil erosion. In general, the final map of hazard zonation in the studied area indicates that parts of the northwest and southeast of the region are in high risk zones.

Keywords: Spatial Analysis, Environmental Hazards, Crisis Management, Ardabil.

* Assistant Professor, Faculty of Humanities ,University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, Iran.

**Assistant Professor, Department of Geography Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

Archive of SID

www.SID.ir

جغرافیـــا و برنامـــه‌ریـــزی محیطـــی
سال ۲۸، پیاپی ٦٦، شـماره ۲، تابسـتان ۱۳۹٦

تحلیل فضایی پهنه‌های مخاطره‌آمیز شهرستان اردبیل[۱]

بهرام ایمانی*، استادیار گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
محسن پورخسروانی، استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

وصـول: ۱۳۹۵/۰٦/۱۷ پـذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲٦ ، صص ۱۲۸-۱۰۹

چکیده

زیرساخت‌های نامناسب واحدهای سکونتگاهی و نابرابری‌های اجتماعی- اقتصادی موجود میان شهرها و روستاها، منجر به نابسامانی فضایی در شبکهٔ سکونتگاهی کشور شده و آسیب‌پذیری آنها را در برابر بلایای طبیعی پیوسته افزایش داده است؛ در همین راستا این پژوهش سعی دارد با استفاده از منطق فازی، مناطق مخاطره‌آمیز استان اردبیل را پهنه‌بندی کند. نتایج به دست آمده از پهنه‌بندی خطر لرزه‌خیزی، نشان می‌دهد مناطق خطرناک عمدتاً در نزدیکی گسل‌ها و سنگ‌هایی با مقاومت اندک در برابر زلزله، قرار گرفته‌اند. نکتهٔ جالب توجه این است که تقریبا بخش‌های وسیعی از منطقه در شمال و جنوب، به‌ویژه بخش هیر، در پهنهٔ بسیار خطرناک قرار دارد؛ فقط بخش‌های کوچکی در غرب منطقه در پهنهٔ کم‌خطر قرار گرفته است. همچنین بر مبنای نقشهٔ به دست آمده، بخش‌های غربی و جنوب شرقی منطقه با داشتن ویژگی‌هایی از قبیل شیب‌های تند و آبراهه‌های متراکم، بیشترین میزان آسیب‌پذیری ناشی از حرکات دامنه‌ای را دارد. نتایج نشان می‌دهد بیشترین خطر سیل‌خیزی و فرسایش در حوالی شمال غربی تا غرب و تا حدودی جنوب شرق منطقه در محدودهٔ بخش هیر است. به طور کلی نقشهٔ نهایی پهنه‌بندی مخاطرات در منطقهٔ مطالعاتی حاکی از آن است که بخش‌های شمال غربی و جنوب شرقی منطقه در پهنه‌های بسیار خطرناک قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل فضایی، مخاطرات محیطی، مدیریت بحران، اردبیل.

*نویسنده مسؤول: bahram_imani60@yahoo.com

[۱] این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با عنوان «برآورد و ارزیابی مخاطرات محیطی در مناطق روستایی شهرستان اردبیل و ارائه راهبردهای مدیریت بحران » بوده و با حمایت مالی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مخاطرات طبیعی، بخشی از پیشامدهای جهان پیرامون ما بوده و وقوع آنها اجتناب‌ناپذیر است (پورحیدری و ولدبیگی، ۱۳۹۱: ١٦)؛ اما نحوهٔ برخورد و رفتار انسان با طبیعت و تأثیر پدیده‌های طبیعی بر زندگی انسان، باعث شده او بسیاری از این پدیده‌ها را در زمرهٔ بلایای طبیعی بداند. در این بین، انسان فقط با درایت و رفتار درست است که می‌تواند از آثار زیان‌بار این رویدادهای طبیعی جلوگیری کند و از مواهب آن بهره‌مند شود. این پدیده‌ها بسیار متنوع و گوناگون هستند و ممکن است برای سکونتگاه‌های انسانی، از جمله روستاها، بلا و بحران جلوه کنند. داده‌های جهانی، نشان‌دهندهٔ این واقعیت است که در دو دههٔ اخیر، سوانح طبیعی با تکرار زیادی نسبت به گذشته به وقوع پیوسته و آثار مخرب بیشتری را بر جای گذاشته است؛ به همین دلیل شناسایی مراحل ارائهٔ پاسخ به آن‌ها اهمیت زیادی دارد و توجه به تقویت و ارتقای آنها در سطوح مختلف ضروری است (Battista, 2004).

با توجه به اهمیت موضوع و آثار مستقیم مخاطرات طبیعی بر حیات بشری، تاکنون پژوهش‌های گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفته است؛ از جمله: نیک‌اندیش و همکاران (۱۳۷٦: ۳۲) بیان می‌کنند مدیریت خطرات طبیعی چون زلزله، سیل و حرکات دامنه‌ای، می‌تواند به شکل محسوسی زیان‌های ناشی از این حوادث را به کمترین حد برساند.

عابدینی (۱۳۹۲: ٦٦) ضمن مطالعهٔ کاربری بهینهٔ زمین‌ها در شهر سرعین معتقد است موقعیت تکتونیکی و توزیع گسل‌ها در این شهر موجب ناپایداری زمین‌های شهری به لحاظ تکتونیکی شده؛ از طرفی جابه‌جایی بطئی گسل‌ها و تحکیم‌یافتگی سازندهای ریزدانهٔ زیرین شهر با بارگذاری از عوامل مهم فرونشست تدریجی شهر سرعین است.

در پژوهشی دیگر سرور و همکاران (۱۳۹۳: ۹٦) دریافتند نادیده‌گرفتن آثار فرایندهای طبیعی و شرایطی همچون موقعیت دشت سیلابی، شیب تند، وجود سنگ بستر و ... در امر توسعه، می‌تواند مسائل حادی را موجب شود.

همچنین صفاری و همکاران (۱۳۹۰: ۱۸) ضمن بررسی عوامل بحران‌آفرین در پهنهٔ ایران‌زمین، به این نتیجه رسیدند که موقعیت ساختاری و ریاضی ایران موجب بروز انواع فرایندهای مخاطره‌آمیز از قبیل سیل، طوفان، خشکسالی و به‌ویژه زلزله شده است؛ در همین راستا موقعیت ریاضی و ساختاری استان اردبیل باعث شده بسیاری از فرایندهای طبیعی رخ‌داده در این پهنه، مخاطره‌آمیز جلوه کند و هرساله خسارات زیادی را به بار آورد؛ به همین علت این پژوهش سعی دارد با بهره‌گیری از منطق فازی، یکی از قدرتمندترین تکنیک‌های پهنه‌بندی، مناطق دارای احتمال وقوع پدیده‌های مخاطره‌آمیز را شناسایی و پهنه‌بندی کند.

انگاره‌های نظری مرتبط با مخاطرات محیطی

انگارهٔ فن‌محوری[1]

در قرن بیستم، دیدگاه فن‌محوری در مسائل آسیب‌پذیری چیره بود که اساساً مبتنی بر پایهٔ نظراتی چون هدف‌گرایی، مادی‌گرایی، اثبات‌گرایی، جبرگرایی و تقلیل‌گرایی[2] است و از اصالت تجربه

[1] Techno-Centric Paradigm
[2] Objectivist, Positivist, Determinist And Reductionist

Archive of SID

www.SID.ir

(فلسفهٔ عملی) طرفداری می‌کند (تراندهیم[1]، ۲۰۰۲: ۵۷). این دیدگاه بر طبیعت خطر فیزیکی (بر حسب فراوانی یا احتمال، بزرگی، شدت، سرعت شروع، توزیع فضایی و استمرار به منزلهٔ مؤلفه‌های کلیدی آسیب‌پذیری)، شیوهٔ استقرار جوامع در معرض آن و درنتیجه، پیامدهای آن برای واحد در معرض خطر (فورد[2]، ۲۰۰۲: ۱۲؛ یامین[3] و همکاران، ۲۰۰۵: ٦۳)، بر حسب «درجهٔ آسیب محتمل» (ویسنار[4]، ۲۰۰۵: ۸۵) و ایده‌های زیان فیزیکی (بوقتون[5]، ۱۹۹۸: ٦۹) تمرکز می‌کند؛ یعنی بیشتر به مخاطرات طبیعی، زوال محیط زیستی- فیزیکی و آثار و زیان‌های مالی و جانی آن‌ها برای ساکنان توجه دارد (استونیچ[6]، ۲۰۰۰: ۵۸).

نگرش اجتماعی به مخاطرات

در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰، پژوهش‌های مخاطرات، به‌ویژه مخاطرات زلزله، بیشتر به معانی جدید در زمینه‌های علوم اجتماعی توجه کرد و بر پاسخ اجتماعی به مخاطرات (شامل زلزله) تأکید داشت. در فرهنگ لغت لاهمن[7] (۱۹۹۳)، مبحثی برای تحلیل این موضوع آمده است: «چگونه نظام‌های اجتماعی بسیار متفاوت عمل می‌کنند و با چه شیوه‌هایی باید با ناامنی‌های ایجادشدهٔ ناشی از مخاطرات روبه‌رو شوند؟» تحلیل او، ادبیات خطرپذیری و صدمه (خطر) را بخشی از فرآیند اجتماعی کلی می‌داند که با کمک آن نظام‌های اجتماعی، پیچیدگی‌های محیط آنها را کاهش می‌دهند. کار اصلی وی دربارهٔ نظریهٔ نظام‌ها (۱۹۹۲ و ۱۹۹۵)، منبعی منتشرنشده برای پژوهش‌های مخاطرات به‌شمار می‌رود.

بر اساس نظر کاتر (۱۹۹۸)، پاسخ‌های اجتماعی به مخاطرات، هم با تصورات دربارهٔ خود پدیده‌ها و هم با آگاهی از فرصت‌هایی که باعث ایجاد سازگاری می‌شود، مرتبط است؛ زیرا امکان ندارد اعضای یک جامعه از وجود مخاطرات طبیعی که در محیط زیست رخ می‌دهد یا امکان وقوع دارد، ناآگاه باشند؛ با وجود این، تصورات و برداشت‌های افراد از تهدیدهایی که بر اثر چنین مخاطراتی ممکن است در جامعه و بین جوامع دیده شود، به طور برجسته و محسوسی متفاوت است؛ بنابراین دامنهٔ وسیعی از پاسخ‌ها، ویژگی‌ها و مشخصات روش‌هایی را بیان می‌کند که یک جامعه ممکن است برای کاهش آثار مخاطرات مدنظر قرار دهد.

به‌تازگی مباحثات زیادی بین جامعه‌شناسان دربارهٔ این پرسش که «مخاطره چیست؟» به وجود آمده است (کوارانتلی[8]، ۱۹۹۸: ۵۳). با وجود این تمرکز پژوهش‌ها بر پاسخ‌های اجتماعی به مخاطرات بوده، نه بر فرآیندهایی که باعث ایجاد مخاطره می‌شود.

بلیکی معتقد است آسیب‌پذیری مردم در درجهٔ اول ریشه در فرآیندهای اجتماعی و دلایل اساسی‌ای دارد که ممکن است کاملاً از خود اتفاق مخاطره دور باشند؛ امری که ابزاری مهم برای درک و توضیح علل مخاطره است (بلیکی[9]، ۱۹۹٤: ١٤؛ بلیکی و همکاران، ۲۰۰۱: ۲۳۱)؛ بنابراین بایستی به این نکته توجه داشت که در این دورهٔ زمانی، پژوهش‌ها بر جنبه‌های

[1] Trondheim
[2] Ford
[3] Yamin et al
[4] Wisner
[5] Boughton
[6] Stonich
[7] Luhmann
[8] Quarantelli
[9] Blakie

Archive of SID

www.SID.ir

اجتماعی مخاطرات متمرکز هستند و به اهمیت زمینه‌های محلی برای اولین بار توجه دارند.

مشاهدهٔ اینکه تلفات انسانی و مادی ناشی از مخاطرات طبیعی در قرن بیستم، بدون مدرکی قاطع از رشد مشابه در تکرار و فراوانی چنین رویدادهایی، افزایش یافته و همان پدیده‌ها، پیامدهای کاملاً متفاوتی را هم بین جوامع و هم در جامعه ایجاد کرده، نیاز نگریستن به مخاطرات را از منظر تاریخی و اجتماعی گسترده مطرح می‌سازد (هویت، ۱۹۹۷: ۳٦).

نگرش اکولوژیکی مخاطره

اندرسون و وودرو توسعهٔ پایدار را «فرآیند کاستن از آسیب‌پذیری‌ها و افزایش‌دادن ظرفیت‌های محلی جوامع» تعریف کرده‌اند (اندرسون و وودرو[1]، ۱۹۸۹ و ۱۹۹۸: ۳٦ و ۱٤۹). از سوی دیگر، مرکز کاهش مخاطرات آسیایی[2] (۲۰۰۵)، مخاطرات طبیعی را به دلیل پیامدهایی که در جامعه به همراه دارد، یکی از موانع اصلی توسعهٔ پایدار قلمداد می‌کند. از منظر این پژوهش، بروز مخاطرات طبیعی باعث ایجاد بحران‌های اقتصادی و اجتماعی و تخریب و تنزل محیط زیست در مناطق آسیب‌دیده می‌شود که همهٔ اینها در تعامل با مخاطرات طبیعی هستند. از آثار اقتصادی مخاطرات طبیعی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه به منزلهٔ یک بحث مهم یاد می‌شود.

به نظر تویگ[3] (۲۰۰۷) برای درک کامل آسیب‌پذیری جامعه در برابر مخاطرات طبیعی، بایستی توجه بیشتری به عوامل مؤثر بر توسعه از قبیل اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، نهادی، سیاسی و حتی روان‌شناختی – که زندگی مردم و محیط فعالیت آنان را شکل می‌دهند – مبذول داشت (تریم[4]، ۲۰۰٤: ۲۲۱).

تخریب منابع درآمد مردم، امکانات زیستی و مراکز فعالیت آنان (نظیر مساکن، کارگاه‌ها، مزارع، منابع درآمدی و...)، منجر به افزایش آسیب‌های اقتصادی و فیزیکی می‌شود (یودمانی[5]، ۲۰۰۰: ۱۱۹)؛ همچنین مخاطرات طبیعی، رفاه اجتماعی را با تأثیر مستقیم در تخریب زیرساخت‌های عمومی جامعه تحت فشار قرار می‌دهد (جانسون[6]، ۲۰۰٤: ۲۳۱؛ جیگیاسو[7]، ۲۰۰۲: ٤٥) و منجر به ایجاد اختلال در عملکردهای معمول جامعه می‌شود (سازمان، ۲۰۰٤: ۵۷–۵٦).

شکل (۱) نشان می‌دهد آثار ناشی از بروز مخاطرات طبیعی را بر زندگی جوامع، می‌توان در سه بخش کلی اقتصادی، اجتماعی و محیطی دسته‌بندی کرد (دپارتمان توسعه بین‌المللی[8]، ۲۰۰۵: ٦۰).

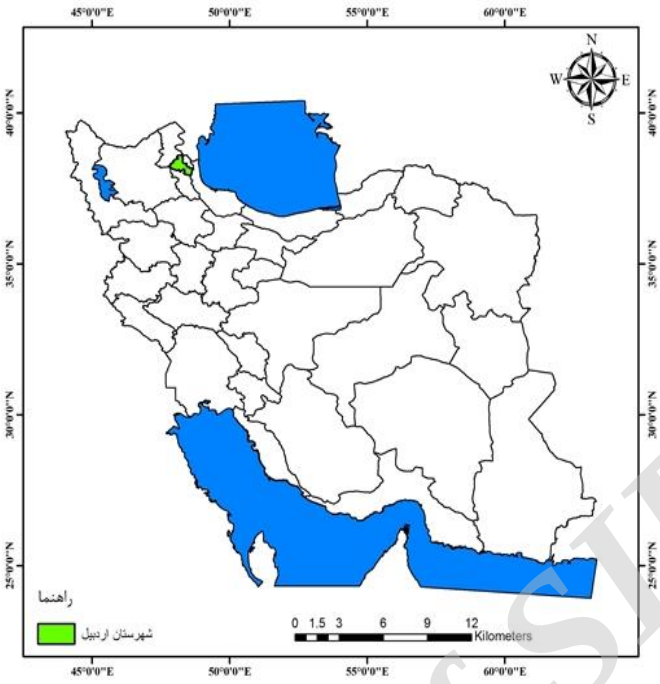
موقعیت منطقهٔ مطالعاتی

شهرستان اردبیل در شمال غرب ایران در محدودهٔ ٤۸ درجه و ۱۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض جغرافیایی و در ارتفاع ۱۳۱۱ متری از سطح دریا قرار گرفته است. وسعت این شهرستان ۳۸۱۰ کیلومتر مربع بوده و در ارتفاعات سبلان، طالش و بزغوش محصور شده است. اردبیل از شمال به شهرستان نمین، از جنوب به گیوی، از غرب به مشکین‌شهر و از شرق به استان گیلان محدود است.

[1] Anderson. and Woodrow
[2] ADRC
[3] Twigg
[4] Trim
[5] Yodmani
[6] Johnson
[7] Jigyasu
[8] DFID

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ مطالعاتی

روش پژوهش

این پژوهش بر مبنای بررسی منابع اسنادی، کارهای میدانی و روش‌های فازی، با بهره‌گیری از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام شده است. روش به کار رفته برای پهنه‌بندی، منطق فازی است و همچنین روش ANP برای وزن‌دهی به معیارها استفاده شده. در این روش مبتنی بر تحلیل شبکه‌ای، برای هریک از مقادیر و دامنه‌های مختلف، وزن و امتیازی به دست می‌آید که درنهایت روی هم‌گذاری لایه‌های وزن‌دارشدهٔ پهنه‌های آسیب‌پذیر از نظر مخاطرات محیطی را مشخص خواهد کرد. در مرحلهٔ اول به وزن‌دهی این معیارها با الگوی ANP پرداخته شد. در این‌باره به دلیل تعداد زیاد محاسبات، نرم‌افزار فرایند تحلیل شبکه‌ای (Super Decisions) به کار رفت. در مرحلهٔ آخر با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS با تلفیق نقشه‌های عناصر بررسی‌شده، نقشهٔ خطرپذیری تهیه شد. درواقع پهنه‌بندی در نرم‌افزار GIS، سه مرحلهٔ اصلی را شامل می‌شود:

۱- تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی برای هر عنصر

۲- طبقه‌بندی هر لایهٔ اطلاعاتی بر اساس میزان ارزش

۳- ترکیب همهٔ لایه‌های اطلاعاتی و اعمال ضرایب نهایی الگوی ANP و فازی و تهیهٔ نقشه نهایی

یافته‌های پژوهش

مراحل اجرایی الگوی ANP در محدودهٔ مطالعاتی

پایه‌ریزی الگو و ساختار مسئله

مسئله باید به شکل روشنی تبیین شده و به صورت یک سیستم منطقی و عقلانی، مانند شبکه تجزیه شود. روش تلفیق تحلیل عاملی با فرایند تحلیل شبکه‌ای، این امکان را فراهم می‌سازد تا یک متغیر مرکب از تمامی متغیرهای به کار رفته از الگو

Archive of SID

www.SID.ir

استخراج شود. در این مرحله، ابتدا با بهره‌گیری از تحلیل همبستگی، روابط بین متغیرها و خوشه‌ها مشخص می‌شود. در این روش، معیارها در ٤ خوشه شامل ۱۱ عنصر قرار دارند. این عناصر علاوه بر آنکه در داخل خوشه‌ها با هم مرتبطند، در بین خوشه‌ها نیز وابستگی دارند.

ماتریس مقایسات زوجی و برآورد وزن نسبی

تعیین وزن نسبی در ANP شبیه به AHP است؛ به عبارتی از طریق مقایسهٔ زوجی می‌توان وزن نسبی معیارها و زیرمعیارها را مشخص کرد.

تشکیل سوپرماتریس اولیه

عناصر ANP با یکدیگر در تعامل هستند؛ این عناصر می‌توانند واحد تصمیم‌گیرنده، معیارها، زیرمعیارها، نتایج به دست آمده، گزینه‌ها و هرچیز دیگری باشند. وزن نسبی هر ماتریس براساس مقایسهٔ زوجی شبیه به روش AHP محاسبه می‌شود؛ وزن‌های به دست آمده در سوپرماتریس وارد می‌شوند که رابطهٔ متقابل بین عناصر سیستم را نشان می‌دهند. سوپرماتریس به دست آمده در این مرحله، سوپرماتریس اولیه معرفی می‌شود.

جدول ۱. سوپرماتریس غیروزنی

خوشه	عنصر	زمین‌لرزه		حرکات دامنه‌ای			سیلاب		فرسایش		
		گسل	لرزه‌خیزی	شیب	جهت شیب	نقاط لغزش	بارش	آبراهه	پوشش گیاهی	توپوگرافی	کاربری زمین	زمین‌شناسی
زمین‌لرزه	گسل	۰	۰/٦	۰/۳	۰/۱	۰/۱۵	۰/۳۹	۰/٦٤	۰/۷۵	۰/٤	۰/۵	۰/۳
	لرزه‌خیزی	۰/۳	۰	۰/۱	۰/۱	۰/٦	۰/۷	۰/٦۱	۰/۲۳	۰	۰/٤	۰/۵۷
حرکات دامنه‌ای	شیب	۰/۲	۰/٤	۰	۰/۳	۰/٤۵	۰	۰/٤۲	۰/۳۱	۰/٦	۰/۲	۰/۲۲
	جهت شیب	۰	۰/۳	۰/۲	۰	۰/۱	۰/۲	۰/٤۰	۰/۱۱	۰/۱	۰	۰/٤۹
	نقاط لغزش	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۲	۰	۰/۳۸	۰/٤	۰/۲	۰	۰/۵	۰/۲۱
سیلاب	بارش	۰/۱	۰/۱	۰	۰/۸	۰/۲٦	۰	۰/۱۲	۰	۰/۱	۰	۰
	آبراهه	۰	۰/۹	۰/۳	۰/٤	۰/۰٤	۰/۰۱	۰	۰/۳۵	۰/۳	۰/٦	۰/٤
فرسایش	پوشش گیاهی	۰/۸	۰	۰/۵	۰	۰/۳٤	۰/٤۹	۰/۵۹	۰	۰/۲	۰	۰
	توپوگرافی	۰	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/٤۰	۰/۱۰	۰/۱٤	۰/۳٦	۰	۰/۱	۰/۰۱
	کاربری زمین	۰/۳	۰/۷	۰/۱	۰/۲	۰/٤۰	۰/۱۱	۰/۰۲	۰	۰/۱	۰	۰
	زمین‌شناسی	۰/۳	۰/۸	۰/۵	۰/٦	۰	۰	۰/۳٤	۰/٤۹	۰/۲	۰/۲	۰

تشکیل سوپرماتریس وزنی

درواقع ستون‌های سوپرماتریس از چند بردار ویژه تشکیل می‌شود که جمع هرکدام از بردارها برابر یک است؛ بنابراین این امکان وجود دارد که جمع هر ستون سوپرماتریس اولیه بیش از یک باشد (متناسب با بردار ویژه‌هایی که در هر ستون وجود دارند).

Archive of SID

www.SID.ir

برای آنکه از عناصر ستون متناسب با وزن نسبی‌شان فاکتور گرفته شود و جمع ستون برابر یک شود، هر ستون ماتریس، استاندارد می‌شود. د نتیجه ماتریس جدیدی به دست می‌آید که جمع هریک از ستون‌های آن برابر یک خواهد بود. این موضوع شبیه به زنجیرهٔ مارکوف است که جمع احتمالی همهٔ وضعیت‌ها، معادل یک است. به ماتریس جدید، «ماتریس وزنی» گفته می‌شود (فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۹۰: ٥٦).

جدول ۲. سوپرماتریس وزنی

خوشه	عنصر	زمین‌لرزه		حرکات دامنه‌ای			سیلاب		فرسایش		
		گسل	لرزه‌خیزی	شیب	جهت شیب	نقاط لغزش	بارش	آبراهه	پوشش گیاهی	توپوگرافی	کاربری زمین	زمین‌شناسی
زمین‌لرزه	گسل	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱٤	۰/۱۵	۰/۲	۰/۵	۰/۱۳
	لرزه‌خیزی	۰/۱	۰	۰/۲	۰/۲	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۳۱	۰/۱٦	۰	۰/۲	۰/۳۵
حرکات دامنه‌ای	شیب	۰/۳	۰/۱	۰	۰/۲	۰/۲۵	۰	۰/۲۲	۰/۱۱	۰/۲	۰/۱	۰/۲۷
	جهت شیب	۰	۰/۳	۰/۲	۰	۰/۱	۰/۲	۰/٤۰	۰/۱۱	۰/۱	۰	۰/۱۹
	نقاط لغزش	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/۲	۰	۰/۵	۰/۲۱
سیلاب	بارش	۰/۱	۰/۱	۰	۰/۳	۰/۰٦	۰	۰/۰۲	۰	۰/۳	۰	۰
	آبراهه	۰	۰/٤	۰/۱	۰/۲	۰/۰٤	۰/۰۲	۰	۰/۱۷	۰/۱	۰/۳	۰/۲
فرسایش	پوشش گیاهی	۰/٤	۰	۰/۲	۰	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۲۹	۰	۰/۱	۰	۰
	توپوگرافی	۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۱۸	۰	۰/۱	۰/۰۲
	کاربری زمین	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۲۰	۰/۰٦	۰/۰٤	۰	۰/۱	۰	۰
	زمین‌شناسی	۰/۱	۰/٤	۰/۲	۰/۳	۰	۰	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۱	۰/۱	۰

محاسبهٔ بردار وزنی عمومی

در مرحلهٔ بعد، سوپرماتریس وزنی، به توان حدی می‌رسد تا عناصر ماتریس همگرا شده و مقادیر سطری آن باهم برابر شوند. براساس ماتریس به دست آمده، بردار وزن عمومی مشخص می‌شود.

$$\lim_{k\to\infty} w^{k}$$

ماتریسی که درنتیجهٔ به توان رسیدن ماتریس وزنی به دست می‌آید، ماتریسی حدی است که مقادیر هر سطر آن با هم برابر است. اگر سوپرماتریس اثر زنجیره‌واری داشته باشد، ممکن است دو یا چند سوپرماتریس داشته باشیم و سوپرماتریس وزنی به صورت زیر همگرا می‌شود:

$$\lim_{k\to\infty}\left(\frac{1}{N}\right)\sum w_i^k$$

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. سوپرماتریس حد

خوشه	عنصر	زمین‌لرزه		حرکات دامنه‌ای			سیلاب		فرسایش		
		گسل	لرزه‌خیزی	شیب	جهت شیب	نقاط لغزش	بارش	آبراهه	پوشش گیاهی	توپوگرافی	کاربری زمین	زمین‌شناسی
زمین‌لرزه	گسل	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
	لرزه‌خیزی	۰/۱٤	۰/۱٤	۰/۱٤	۰/۱٤	۰/۱٤	۰/۱٤	۰/۱٤	۰/۱٤	۰/۱٤	۰/۱٤	۰/۱٤
حرکات دامنه‌ای	شیب	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱
	جهت شیب	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲
	نقاط لغزش	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱٦	۰/۱٦
سیلاب	بارش	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
	آبراهه	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹
فرسایش	پوشش گیاهی	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦
	توپوگرافی	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳
	کاربری زمین	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
	زمین‌شناسی	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸

محاسبهٔ وزن نهایی معیارها

در مرحلهٔ آخر وزن هریک از معیارهای مؤثر به دست می‌آید.

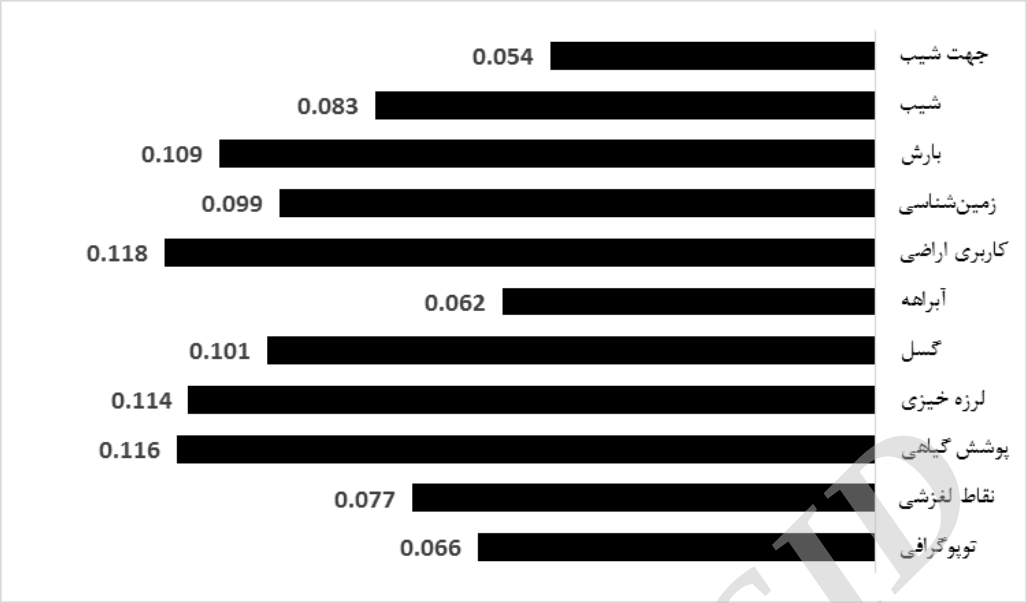
جدول ٤. وزن معیارهای تأثیرگذار در خطرپذیری روستاها (در نرم‌افزار Super Decisions)

عنصر	وزن نهایی- ANP
توپوگرافی	۰,۰٦٦
نقاط لغزشی	۰,۰۷۷
پوشش گیاهی	۰,۱۱٦
لرزه‌خیزی	۰,۱۱٤
گسل	۰,۱۰۱
آبراهه	۰,۰٦۲
کاربری زمین	۰,۱۱۸
زمین‌شناسی	۰,۰۹۹
بارش	۰,۱۰۹
شیب	۰,۰۸۳
جهت شیب	۰,۰٥٤

منبع: نگارندگان

Archive of SID

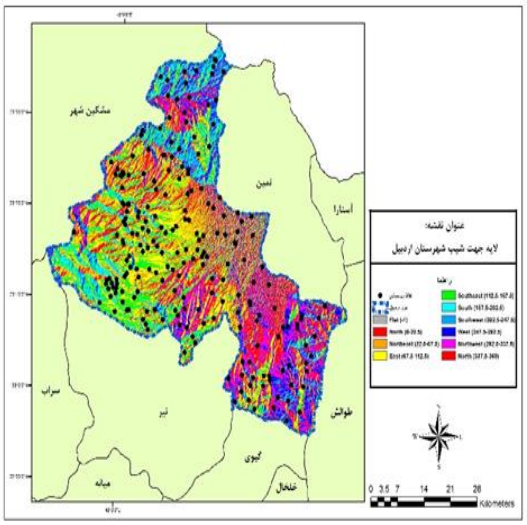
www.SID.ir



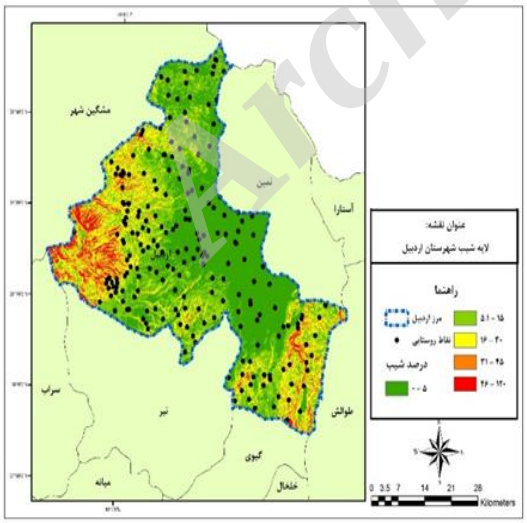
شکل ۲. وزن معیارهای تأثیرگذار در خطرپذیری روستاها

ضریب سازگاری مقایسه معیارها نیز ۰/۰۷ است که از حد پذیرفتهٔ ۰/۱ در ANP کمتر بوده و مناسب است.

همان‌گونه که اشاره شد در الگوی منطق فازی روی هم‌گذاری پارامترها، نقشهٔ نهایی را به دست می‌دهد. درواقع با توجه به هدف پژوهش حاضر که پهنه‌بندی مخاطرات محیطی است، لایه‌های رقومی هریک از پارامترها استخراج شد. نقشه‌های بررسی‌شده در شکل‌های (۳) تا (۱۳) نمایش داده شده‌اند.



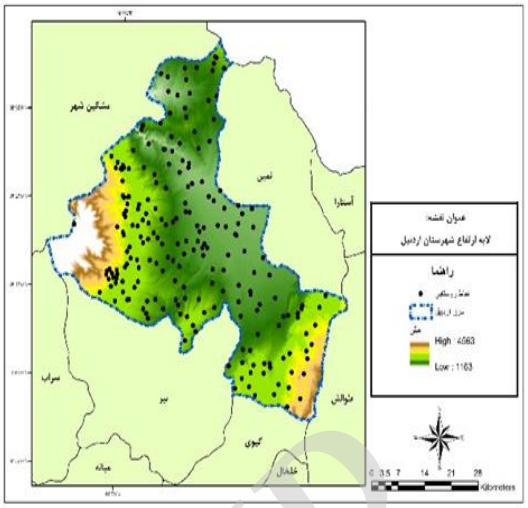
شکل ۳. نقشهٔ جهت شیب



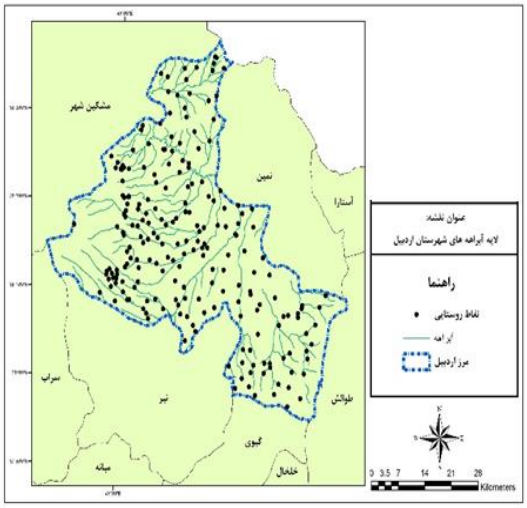
شکل ٤. نقشهٔ شیب

Archive of SID

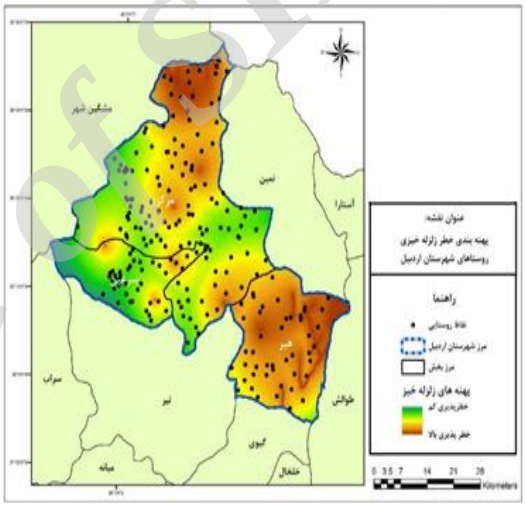
www.SID.ir



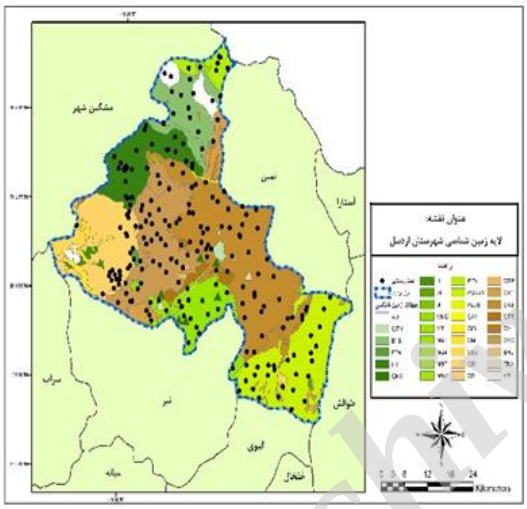
شکل ۵. نقشهٔ طبقات ارتفاعی



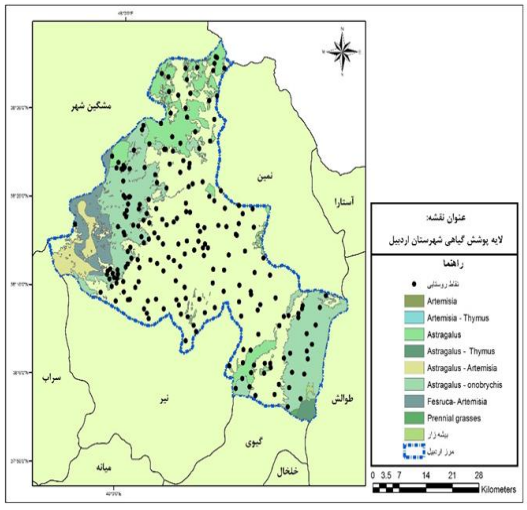
شکل ٦. نقشهٔ شبکه آبراهه



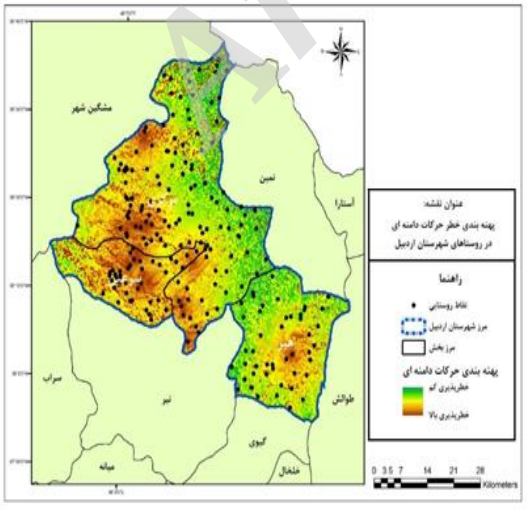
شکل ۷. نقشهٔ کانون‌های زلزله



شکل ۸. نقشهٔ زمین‌شناسی



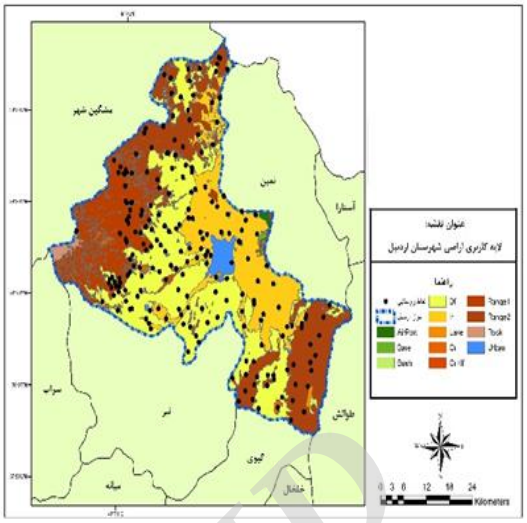
شکل ۹. نقشهٔ پوشش گیاهی



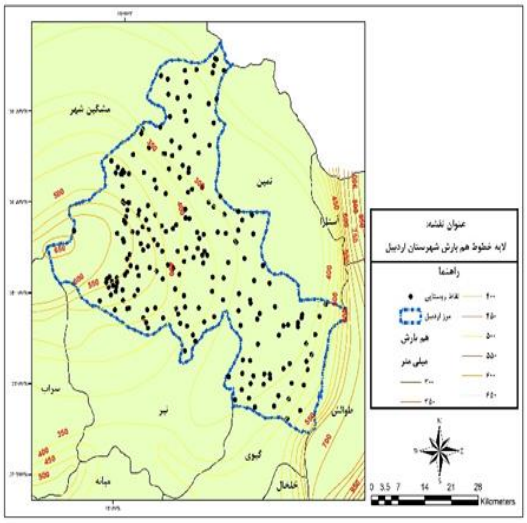
شکل ۱۰. نقشهٔ حرکات دامنه‌ای

Archive of SID

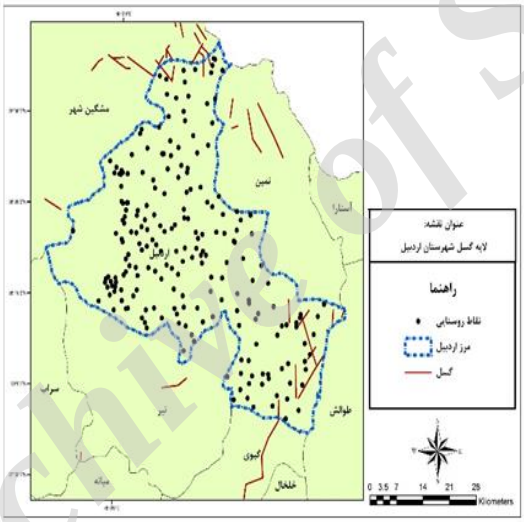
www.SID.ir



شکل ۱۱. نقشهٔ کاربری زمین‌ها



شکل ۱۲. نقشهٔ هم‌بارش



شکل ۱۳. نقشهٔ گسل

Archive of SID

پهنه‌بندی زلزله‌خیزی شهرستان اردبیل

پس از وزن‌دهی به شاخص‌های مؤثر در تعیین پهنه‌های خطرپذیر، در این مرحله با استفاده از تکنیک منطق فازی، نقشهٔ خطرپذیری را ترسیم می‌کنیم.

برای پیاده‌سازی الگوی منطق فازی در GIS، مراحل عملیاتی زیر انجام شده است:

مرحلهٔ اول

فاصلهٔ اقلیدسی معیارها که با بهره‌گیری از ابزار Distance در تحلیلگر مکانی (Spatial Analyst) محاسبه شده، به دست آمد.

مرحلهٔ دوم

یکی از مراحل مهم در منطق فازی، تعریف کردن میزان عضویت فازی برای هریک از معیارها بوده

www.SID.ir

است. در این الگو، میزان عضویت یک عنصر در یک مجموعه، در بازهٔ یک (عضویت کامل) تا صفر (عضویت کامل نداشتن) تعریف می‌شود (Bonham-Carter, 1991)؛ درواقع تعریف میزان عضویت فازی، همان استانداردسازی معیارها بوده که یکی از مراحل مهم روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) است. نکته مهم پیش از اجرای این مرحله وزن‌دار کردن لایه‌های به دست آمده از مرحلهٔ اول است؛ بدین ترتیب اوزان به دست آمده در الگوی ANP، در لایهٔ مدنظر ضرب شده و سپس مقادیر عضویت فازی با نرم‌افزار تعریف می‌شود. در این پژوهش با توجه به ماهیت خطی (صفر تا یک) معیارها از تابع عضویت فازی روش خطی (Linear) استفاده شده است.

مرحلهٔ سوم

در این مرحله، عملیات هم‌پوشانی فازی (Fuzzy Overlay) صورت گرفته است. بدین منظور، لایه‌های رقومی که در مرحلهٔ گذشته فازی‌سازی شده، در این مرحله روی هم گذاشته می‌شود که عملگرهای پنج‌گانه‌ای برای این منظور وجود دارد. در این پژوهش، عملگر گاما (Gamma) با مقدار ۰/۹ به کار رفته است (شکل ۱۲-٤).

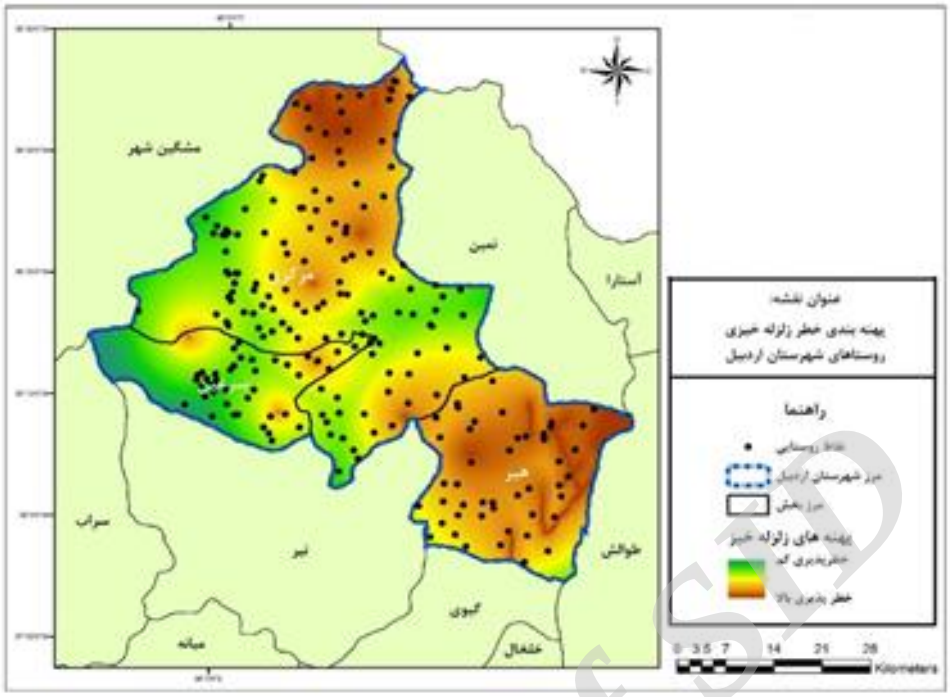
دربارهٔ ارزیابی خطر زلزله ابتدا باید هدف و نتیجهٔ مورد انتظار تعیین شود؛ زیرا این موضوع از سه دیدگاه متمایز و البته مرتبط به هم امکان بررسی دارد؛ در روش کار اول که مربوط به متخصصان زلزله‌شناسی است بر امواج زلزله، عملکرد گسل‌ها و پهنه‌بندی خطر وقوع زلزله بر مبنای بررسی آماری سوابق زمین‌لرزه‌ها و چینه‌شناسی محدودهٔ گسل‌های شناخته‌شده تأکید می‌شود. معمولاً لرزه‌شناسان به این روش تعصب دارند و هرگونه پیش‌نگری با روش‌های دیگر، از نظر آن‌ها درست نخواهد بود.

در روش کار دوم که مربوط به روش کار زمین‌شناسی و ژئومورفیک است، باید ارزیابی خطر زلزله ناظر بر پهنه‌بندی خطر وقوع و قابلیت‌های زمین برای تشدید خطر زلزله باشد. این روش تقریباً با روش‌های ارزیابی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش مشابهت دارد.

در روش سوم هم که مربوط به روش کار آمایش سرزمین و برنامه‌ریزی شهری و روستایی است، بایستی ارزیابی خطر زلزله ناظر به ارزیابی خسارت و پهنه‌بندی آثار آسیب‌پذیری ناشی از وقوع زلزله بر سامانه‌های انسانی، شهرها، راه‌ها و سایر عملکردها و کاربری‌ها باشد. در این روش بر ارزیابی خسارت اقتصادی نیز تأکید می‌شود. مبنای عمل روش سوم نیز تا حدودی پهنه‌بندی تولیدشده در روش دوم است؛ به هر حال در هر سه روش، هدف، پهنه‌بندی خطر زلزله است؛ با این تفاوت که هدف روش اول شناسایی، پیش‌یابی و پیش‌نگری خطر وقوع زلزله است. در یک پژوهش جامع، همهٔ این روش‌ها به ترتیب می‌تواند مدنظر باشد (یوسفی، ۱۳۹۳). برای پهنه‌بندی خطر وقوع زلزله در منطقهٔ مطالعاتی از دو فاکتور لرزه‌خیزی و نزدیکی به گسل استفاده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱٤. پهنه‌بندی خطر زلزله‌خیزی شهرستان اردبیل

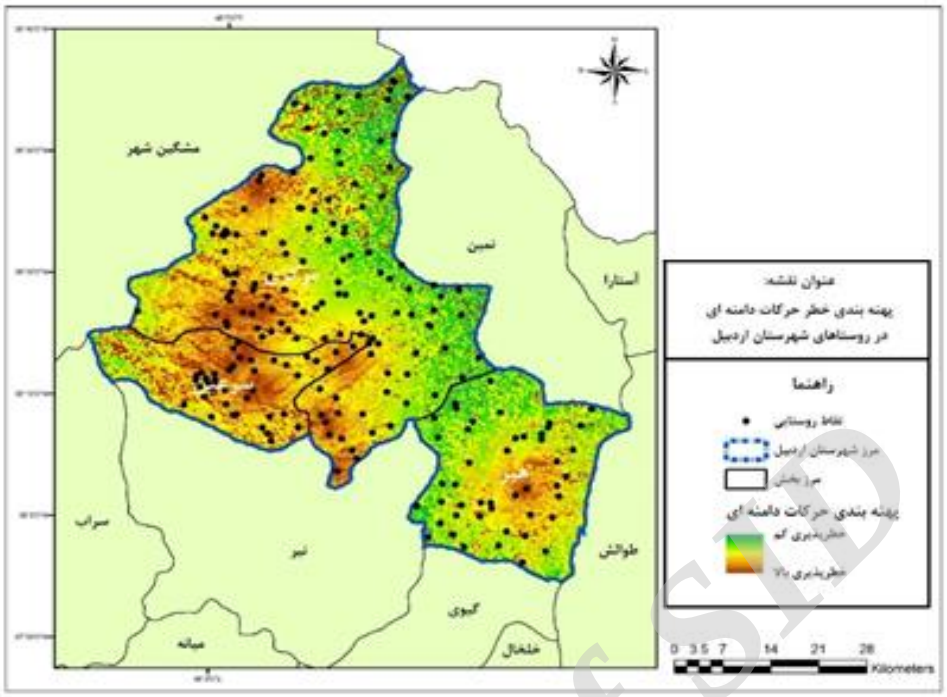
براساس نتایج به دست آمده از شکل (۱٤)، مناطق خطرناک عمدتاً در نزدیکی گسل‌ها و سنگ‌هایی با مقاومت ضعیف در برابر زلزله، قرارگرفته‌اند. بیشتر منطقه به لحاظ خطر وقوع این مخاطرهٔ محیطی در پهنهٔ بسیار خطرناک قرار دارد؛ یعنی بخش‌های شمال و جنوب و بخش هیر. مناطق کم‌خطر عمدتاً در بخش‌های غربی منطقه واقع شده‌اند.

پهنه‌بندی حرکات دامنه‌ای در شهرستان اردبیل

عوامل متعددی در ایجاد ناپایداری دامنه‌ها تأثیر دارند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شرایط زمین‌شناسی منطقه، نحوهٔ جریان آب‌های زیرزمینی، توپوگرافی منطقه، بارش فراوان منطقه و لرزه‌خیزی اشاره کرد. عواملی که باعث رخ‌دادن یک زمین‌لغزش می‌شوند، عواملی هستند که باعث افزایش متوسط تنش برشی در سطوح ضعف موجود در توده‌سنگ یا خاک شده (مانند زلزله، بارگذاری روی دامنه، ترافیک و...) یا موجب کاهش متوسط مقاومت برشی و گسیختگی می‌شوند (مانند افزایش سطح آب زیرزمینی و نفوذ آب‌های سطحی و درنتیجهٔ آن کاهش شاخص‌های مقاومت برشی خاک)؛ از این دو دسته عوامل به ترتیب به عنوان عوامل بیرونی و درونی یاد می‌شود که ممکن است تعدادی از عوامل از هر دو دسته با افزایش تنش برشی یا کاهش مقاومت برشی در ایجاد و تحریک لغزش‌ها تأثیر بگذارند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۵. پهنه‌بندی خطر حرکات دامنه‌ای شهرستان اردبیل

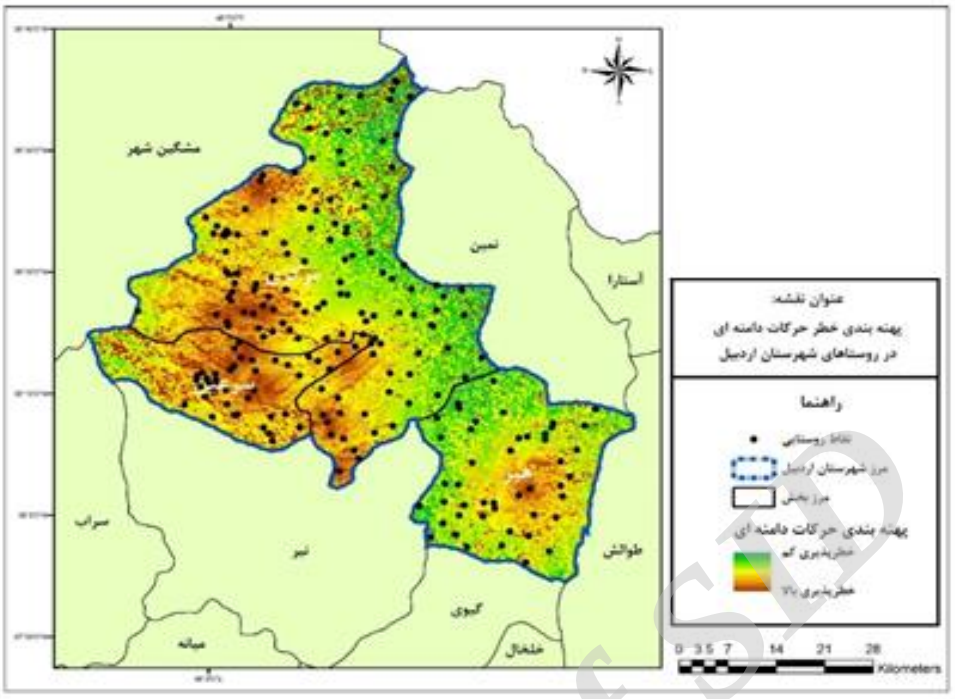
بر مبنای نقشهٔ به دست آمده، بخش‌های غربی شهرستان با داشتن ویژگی‌هایی از قبیل ناهمواری با شیب‌های تند و آبراهه‌های متعدد، بیشترین میزان آسیب‌پذیری ناشی از حرکات دامنه‌ای را نشان می‌دهد. همچنین، بخش‌های جنوب شرقی شهرستان به شدت با خطر حرکات دامنه‌ای روبه‌رو هستند (شکل ۱۵).

پهنه‌بندی سیل‌خیزی در شهرستان اردبیل

در خلال یا پس از یک بارندگی شدید، میزان دبی رودخانه به سرعت افزایش می‌یابد و درنتیجه آب از بستر عادی خود سرریز می‌کند و دشت سیلابی و مناطق پیرامونی را دربر می‌گیرد. با بررسی دشت سیلابی قدیمی و آبرفت‌های آن، شاید بتوان احتمال وقوع و بزرگی سیل‌های آتی منطقه را مشخص کرد. اصولا بزرگی سیل‌ها و تکرار آن‌ها در طول زمان پیرو شدت بارندگی، نفوذپذیری زمین و وضع توپوگرافی منطقه است. البته امروزه به دلیل دخالت‌های بی‌رویه، در بسیاری از نقاط که قبلاً سیل نمی‌آمده، طغیان‌های بزرگی دیده می‌شود. فعالیت بشر به چند صورت احتمال وقوع سیل را افزایش می‌دهد؛ از آن جمله می‌توان به ساختمان‌سازی در دشت سیلابی رود که مستلزم اشغال بخش‌هایی از آن است و باعث کاهش ظرفیت طبیعی رود می‌شود، اشاره کرد. به این ترتیب محدوده‌ای از دشت سیلابی که در زمان طغیان زیر آب می‌رود، گسترده‌تر می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۶. پهنه‌بندی خطر سیل‌خیزی شهرستان اردبیل

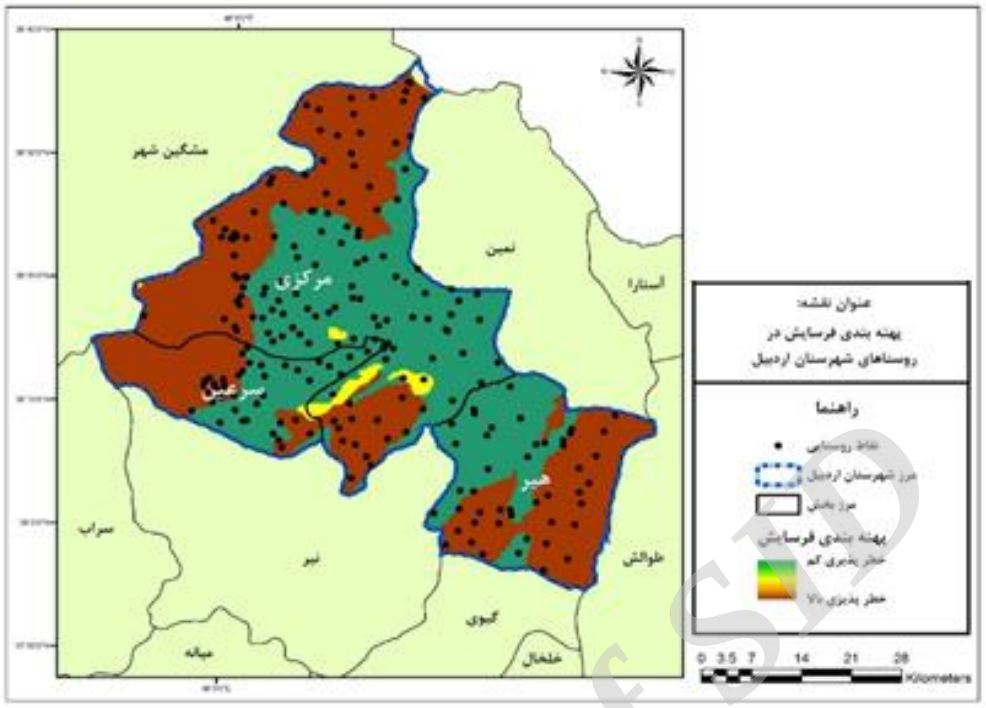
شکل (۱۶) وضعیت روستاهای شهرستان اردبیل را از نظر پهنه‌بندی سیل‌خیزی نشان می‌دهد. نقشهٔ خطر سیل بیش از هر عاملی تحت تأثیر عوامل فاصله از بستر رودخانه و شیب سطحی است. محدوده‌های پرشیب در شهرستان که دارای بیشترین میانگین بارش سالیانه است، بیشترین شدت خطر رخداد سیل را دارد. تراکم رودخانه‌ها و ویژگی کوهستانی منطقه، اگر با نابودی و تخریب پوشش جنگلی و مراتع همراه باشد، شرایط سیل‌خیزی را بحرانی‌تر خواهد ساخت. با توجه به نقشهٔ پهنه‌بندی سیل، بیشتر خطر سیل‌خیزی مربوط به محدودهٔ بخش هیر است (شکل ۱۶).

پهنه‌بندی فرسایش در شهرستان اردبیل

شکل (۱۷) نشان‌دهندهٔ پهنه‌بندی شدت فرسایش در ناحیهٔ مطالعاتی است. برای تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌بندی میزان شدت فرسایش خاک از انواع داده‌ها مانند نقشه‌های زمین‌شناسی، کاربری زمین، پوشش گیاهی، توپوگرافی، میزان و جهت شیب استفاده شد. براساس نقشهٔ به دست آمده، در شمال منطقه حوالی شمال غربی تا غرب شهرستان و تا حدودی جنوب شرق در محدودهٔ بخش هیر، بیشترین شدت فرسایش خاک وجود دارد. کمترین میزان فرسایش در روستاهای واقع در مرکز شهرستان دیده می‌شود (شکل ۱۷).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۷. پهنه‌بندی خطر فرسایش شهرستان اردبیل

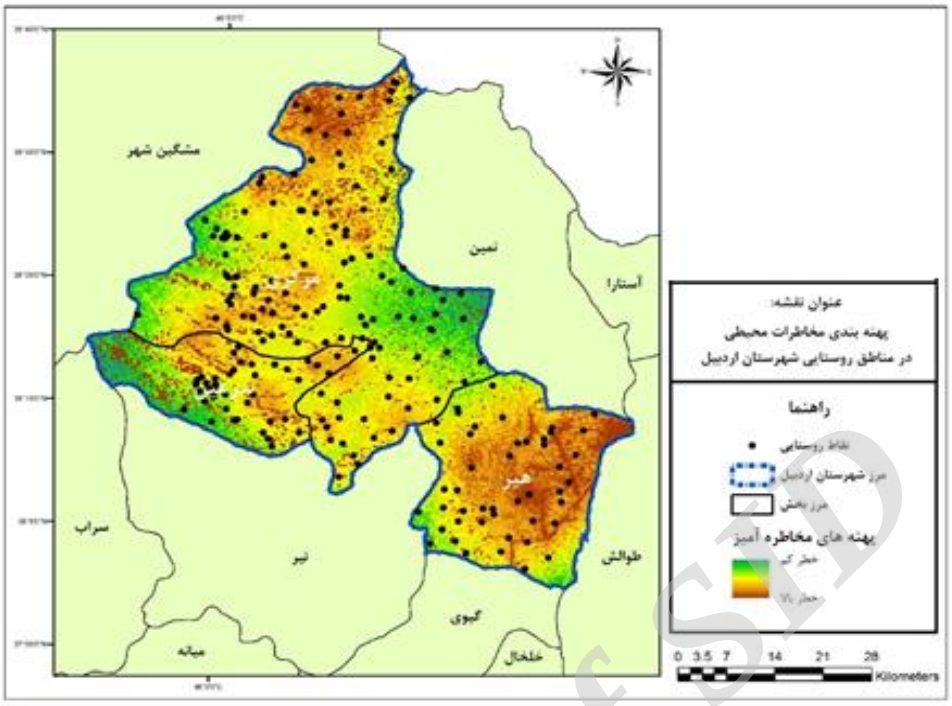
درنهایت همپوشانی فازی[1] صورت گرفته است؛ بر این اساس، لایه‌های رقومی که در مرحلهٔ گذشته فازی‌سازی شده، در این مرحله روی هم گذاشته می‌شود که عملگرهای پنج‌گانه‌ای برای این منظور وجود دارد.

گفتنی است که اپراتور ضرب فازی به دلیل حساسیت بسیار زیاد و اپراتور جمع فازی به دلیل حساسیت بسیار کم در تعیین نواحی آسیب‌پذیر، نتیجه‌ای دور از واقعیت ارائه می‌دهند؛ بنابراین در این پژوهش از میان اپراتورهای مختلف، اپراتور گامای فازی و از میان گامای ۰/۷ و ۰/۸ و ۰/۹، گامای ۰/۹ به دلیل حساسیت مناسب آن برای تهیهٔ نقشهٔ نهایی پهنه‌بندی نواحی آسیب‌پذیر برگزیده شد (شکل ۱۸).

[1] Fuzzy Overlay

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۸. نقشهٔ نهایی پهنه‌بندی مخاطرات محیطی شهرستان اردبیل

لایهٔ رقومی حاصل از عملیات همپوشانی فضاهای مناسب برای پهنه‌بندی خطر در شکل (۱۸) نشان داده شده است؛ به طوری که در این نقشه، هر اندازه پیکسل‌ها به رنگ قرمز نزدیک‌تر شده، از مطلوبیت فضاها کاسته می‌شود و برعکس پیکسل‌هایی که دارای رنگ سبز بوده، کم‌خطرترین پهنه در مواقع مخاطره‌اند. نقشهٔ به دست آمده، بیانگر آن است که روستاهای واقع در شمال غربی و جنوب شرقی شهرستان اردبیل، بیشترین مخاطرات محیطی را دارند.

نتیجه‌گیری

بررسی موقعیت و ارزش محیط‌های انسانی آسیب‌پذیر در برابر انواع مخاطرات محیطی، بسیار مهم و ضروری به نظر می‌رسد. از آنجا که در بسیاری از مواقع مخاطرات محیطی، خسارات جانی و مالی را به دنبال دارد، در این پژوهش تلاش شده مخاطرات محیطی شهرستان اردبیل برای برنامه‌ریزی بهتر جهت کنترل و کاهش خسارات ناشی از وقوع، پهنه‌بندی شود. درواقع پهنه‌بندی عبارت است از: تقسیم‌بندی سطح زمین به نواحی ویژه و مجزا و رتبه‌بندی این نواحی براساس درجات مخاطره و خطرات بالفعل یا بالقوه؛ این مخاطرات و خطرات می‌تواند مخاطرات انسانی یا طبیعی باشد؛ درواقع این عمل کمک شایانی به شناخت و پیرو آن، مقابله با این پدیده‌ها خواهد کرد.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که به ترتیب زلزله، سیل، فرسایش و حرکات دامنه‌ای، مخاطرات محیطی شهرستان اردبیل است. همچنین طبق نتایج، براساس پارامترهای مدنظر، بخش‌های شمال غرب و جنوب شرق منطقهٔ مطالعاتی، خطرپذیری بیشتری در

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه با سایر بخش‌ها دارد. با توجه به یافته‌های پژوهش، ویژگی‌های توپوگرافیک، شیب زیاد، تراکم گسلی و جنس سازندها در بخش‌های یادشده، شدت مخاطره‌آمیز بودن فرایندهای طبیعی را در این بخش‌ها افزایش داده است.

در پایان اشاره به دو نکته ضروری است:

اول: واقع شدن بعضی از پهنه‌ها در سطوح پایین آسیب‌پذیری و خطر، نشان‌دهندهٔ وضعیت ایده‌آل آن‌ها نیست و فقط جایگاه آن پهنه را در مقایسه با سایر پهنه‌ها مشخص می‌کند.

دوم: در این پژوهش، پهنه‌بندی مخاطرات محیطی براساس ۱۱ شاخص خطرپذیری صورت گرفته است. بدیهی است در صورت درنظر گرفتن شاخص‌های متفاوت دیگر، این پهنه‌بندی تغییر خواهد کرد.

منابع

پورحیدری، غلامرضا و ولدبیگی، برهان‌الدین، (۱۳۹۱). ***درس‌نامهٔ مدیریت جامع بحران***، تهران: نشر آرویج ایرانیان با همکاری انجمن علمی مدیریت بحران ایران.

صفاری، امیر و همکاران، (۱۳۹۰). «تحلیل آسیب‌پذیری ناشی از زمین‌لغزش در رود درهٔ فرحزاد». ***سمینار تحلیل فضایی مخاطرات محیطی کلان‌شهر تهران***. تهران

نیک‌اندیش، نسرین، (۱۳۷٦). «نگرشی بر اهمیت حرکات توده‌ای زمین در ایران»، ***نشریهٔ جهاد سازندگی***، سال دوازدهم، شمارهٔ ۱۵۵.

عابدینی، موسی، (۱۳۹۲). «بررسی سازندهای مقر شهر توریستی سرعین با تأکید بر وضعیت توپوگرافی، تکتونیک و اقلیم جهت کاربری بهینهٔ زمین‌های شهری با بهره‌گیری از GIS»، ***جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی***، سال ۲٤، شمار ۱.

فرجی سبکبار، حسنعلی و همکاران، (۱۳۸۹). «سنجش میزان پایداری نواحی روستایی بر مبنای مدل تحلیل شبکه، با بهره‌گیری از تکنیک بردا (مطالعهٔ موردی: نواحی روستایی شهرستان فسا)»، ***پژوهش‌های جغرافیای انسانی***، شمارهٔ ۷۲.

یوسفی، مهدی، (۱۳۹۳). «بررسی نقش ژئومورفولوژی بر تصادفات جاده‌ای و پهنه‌بندی خطر با استفاده از GIS (مطالعهٔ موردی: محور اقلید، درودزن، مرودشت)»، ***پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان***.

Anderson, M. B. & P. J. Woodrow, (1989), Rising from the ashes: development strategies in times of disaster, Boulder: Westview Press/London: Intermediate Technology Publications.

Battista, F.; Baas, S. (2004) The Role of Local Institutions in Reducing Vulnerability to Recurrent Natural Disasters and in Sustainable Livelihoods Development. Consolidated Report on Case Studies and Workshop Findings and Recommendations. Rome: Rural Institutions and Participation Service, Food and Agriculture Organization (FAO)

Blaikie, P., T. Cannon, I. Davis & B. Wisner (1994), At Risk: Natural Hazards, Peoples' Vulnerability and Disasters, London: Routledge.

Blaikie et al (2001), At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters, Routledge.

Boughton, G. (1998), the community: central to emergency risk management; Australian Journal of Emergency Management, winter.

Bonham-Carter, G. F., (1991), Geographic Information Systems for Geoscientists, Modelling with GIS, Pergamon, Ontario, pp. 291-300.

Archive of SID

www.SID.ir

Planning, Disaster Prevention and Management, Vol. 13, No. 3, Pp. 218-225.

Trondheim R. J, (2002), Reducing Disaster Vulnerability Through Local Knowledge and Capacity: The Case of Earthquake prone Rural Communities in India and Nepal, Dr.in Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Architecture and Fine Art, Department of Town and Regional Planning.

Twigg, John (2007), Characteristics of a Disaster-resilient Community: A Guidance Note, Version 1 (for field testing), for the DFID Disaster Risk Reduction Interagency Coordination Group.

United Nation (2004), Building Disaster Resilient Communities: Good Practices and Lessons Learned, A Publication of the "Global Network of NGOs" for Disaster Risk Reduction, Geneva.

Yamin, F., Rahman, A., and Huq, S.; "Vulnerability, Adaptation and Climate Disasters: A Conceptual Overview"; IDS (Institute of Development Studies) Bulletin, 36(4),

Yodmani, Sulvit (2000), Disaster Risk Management and Vulnerability Reduction: Protecting the Poor, Paper Presented at The Asia and Pacific Forum on Poverty Organized by the Asian Development Bank.

Wisner, B. (2005), Tracking Vulnerability: History, Use, Potential and Limitations of a Concept, Invited Keynote Address, SIDA & Stockholm University, Research Conference, January 12-14.

DFID (2005b), Natural Disaster and Disaster Risk Reduction Measures: A Desk Review of Costs and Benefits, Authors: Environmental Resources Management

Ford, J. (2002). Vulnerability: Concepts and Issues; A literature review of the concept of vulnerability, its definition, and application in studies dealing with human-environment interactions Submitted by James Ford as part of PhD Scholarly Field Paper For course Geography, University of Guelph.

Hewitt, K. (1997), Interpretations of Calamity: From the Viewpoint of Human Ecology, Allen & Unwin, Boston, MA.

Jigyasu, Rohit. (2002), Reducing Disaster vulnerability through local knowledge and capacity the Case of Earthquake prone Rural Communities in India and Nepal, Department of Town and Regional Planning, Trondheim.

Johnson, Jeff Dayton (2004), NATURAL DISASTERS AND ADAPTIVE CAPACITY, OECD DEVELOPMENT CENTRE, Working Paper No. 237.

Quarantelli, Enrico Louis, (1998), What is a Disaster?: Perspectives on the Question, Psychology Press.

Stonich, S. (2000), The Human Dimensions of Climate Change: The Political Ecology of Vulnerability, Department of Anthropology Environmental Studies, University of California.

Trim. Peter R. J (2004), an Integrative Approach to Disaster Management and

Archive of SID

www.SID.ir