نوشته: س. ج. فن وستن[1]
ترجمه: عباس کشاورز
سازمان جهادسازندگی خراسان
شماره مقاله: ۴۳۷

کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در کاهش خطرات ناشی از رویدادهای زمین‌شناختی

Author: Cees. J. Van Westen

Translated: Abbas Keshavarz

Jahad Khorasan Organization

Remote Sensing and Geographic Information Systems for Geologic Hazard Mitigation

In the following two examples of the application of remote sensing and GISs will be demonstrated: One on determining flood hazards in Bangladesh, and the other on determining landslide hazards in the Andes.

For flood stage mapping and river dynamics determination, a GIS was used for digital image processing and analysis of sequential spot images.

1- Van Westen, C. J., ITC Journal, 1994.

The spot images were used in this study to assess the spatial distribution of the inundations and the river dynamics. The images show different water levels, corresponding to flood recurrence intervals. The flooded areas can be separated from dry land, using the spectral characteristics of different satellite image bands.

The second example of the use of remote sensing and GIS in natural hazard analysis comes from the Andes. Landslides are controlled by a large variety of factors. Many of these factors can be evaluated from remote sensing data, especially aerial photos. To evaluate the combined effect of these factors, the use of GISs in the modelling of landslide hazards - using many different maps - is indispensable.

The landslide hazard is statistically analyzed by evaluating those conditions that have led to landslide occurences in the past, and to use those critical combinations in the prediction of landslides in the future.

برای رویدادهای مصیبت‌بار طبیعی که ما واژه بلیه طبیعی را به کار می‌بریم چنین تعریفی را ارایه داده‌اند: بلیه طبیعی رویدادی است خطرناک و فاجعه‌آمیز که زیانهای مالی، کشتار و ویرانیهای فراوانی از خود بر جای می‌گذارد. این حادثه می‌تواند زمین‌لرزه، رانش زمین ، سیل، توفند، فورانهای آتشفشانی و غیره باشد.

اگر در جایی از زمین که خالی از سکنه است همراه با فوران آتشفشان جریان واریزه‌ای راه بیفتد نمی‌توان واژهٔ بلیه یا فاجعه طبیعی را بکار برد اما هنگامی که چنین جریانی در سراشیب دره‌های مسکونی روان گردد خطرآفرین خواهد شد و چنان که بر سر راه خود به شهری برسد فاجعه بزرگی را ببار می‌آورد، مانند آنچه که در نوامبر ۱۹۸۵ برای شهر آرمرو[2] در کلمبیا پیش آمد. جریان واریزه‌هایی که در پی فوران کوه نوادو دل رویز[3] به سوی این شهر سرازیر گردید ۳۰ هزار نفر راکشت و شهر را به کلّی نابود ساخت.

2- Armero 3- Nevado del Ruiz

بعضی از بلایا مانند زمین‌لرزه در مدت زمان کوتاهی می‌توانند خسارات زیادی را بوجود آورند در حالی که بلایای دیگر مانند خشکسالیها به صورت تدریجی پدیدار می‌شوند و میزان خسارات مشابه و یا حتی بیشتری را به دنبال دارند.

بلایا را به چندین روش می‌توان دسته‌بندی کرد یکی از این روشها عبارت است از:

بلایای طبیعی: حوادثی هستند که توسط پدیده‌های طبیعی بوجود می‌آیند و علت آنها پدیده‌های طبیعی است مانند زمین‌لرزه‌ها، فورانهای آتشفشانی، خشکسالیها و توفندها.

بلایای انسانی: رویدادهایی هستند که بوسیله فعالیتهای انسان به وجود می‌آیند مانند آلودگی هوا، حوادث ناشی از صنایع شیمیایی، درگیریهای مهم نظامی، رویدادهای هسته‌ای، نشت نفت و بیابان‌زایی.

تقسیم‌بندی فرعی دیگری که در این زمینه وجود دارد عبارت است از: بلایای زمین‌شناختی (زمین‌لرزه‌ها، فورانهای آتشفشانی، رانش‌های زمین و سیلابها) و بلایای اکولوژیکی (خشکسالیها، بیابان‌زایی، فرسایش و جنگل‌زدایی). تقریباً تمام بلایای طبیعی،باخسارتهای جانی، مالی، زیرساختی و بنیانی همراهند. میزان خسارت نسبت به نوع فاجعه، شدت و محدودهٔ اثرگذاریش فرق می‌کند.

در مقیاس جهانی، به نظر می‌رسد که میزان تلفات جانی و خسارات مالی ناشی از بلایای طبیعی رو به افزایش است، اگرچه بانک جهانی اطلاعات در این زمینه جهت تأیید آن وجود ندارد. هم‌اکنون این خسارتها سالیانه بالغ بر ۵۰ میلیارد دلار برای اقتصاد جهانی هزینه دربر دارد که $\frac{1}{3}$ آن مربوط به هزینه‌های پیش‌بینی، پیشگیری و کاهش خسارات و $\frac{2}{3}$ دیگر مربوط به خسارات مستقیمی است که وارد می‌گردد. میزان تلفات جانی سالیانه در نوسان است. اما میانگین جهانی آن حدود ۲۵۰/۰۰۰ نفر می‌باشد که برای بلایای مهم بطور متوسط سالانه ۱۴۰/۰۰۰ نفر برآورد شده است.

به نظر می‌رسد یک رابطه معکوس بین سطح توسعه و میزان تلفات جانی ناشی از یک بلای طبیعی وجود داشته باشد. حدود ۹۵ درصد تلفات جانی متعلق به کشورهای جهان سوم است که دارای جمعیت بیش از ۴/۲ میلیارد نفر هستند.

خسارات اقتصادی ناشی از بلایای طبیعی در کشورهای در حال توسعه ممکن است به بیش از ۱۰ درصد تولید ناخالص ملّی برسد. در کشورهای صنعتی که دارای مقررات ساختمانی و سیستمهای هشداردهنده می‌باشند پیشگویی وقوع رویدادهای طبیعی و هشدار به مردم به سهولت و به موقع صورت می‌گیرد و معمولاً خسارات کمتری را نسبت به کشورهای در حال توسعه که دارای امکانات کاملاً محدود می‌باشند، به بار می‌آورند. یک نمونه از این موارد را می‌توان با مقایسهٔ سیلابهای عظیم سال ۱۹۸۸ بنگلادش که موجب مرگ ۱۴۱۰ نفر گردید و سیلابهای رودخانه می‌سی‌سی‌پی سال ۱۹۹۳ امریکا که به مرگ ۳۰ نفر منجر شد ارایه داد. با این حال ، هنگامی که میزان خسارات اقتصادی این دو حادثه را با هم مقایسه می‌نماییم، نتیجهٔ معکوسی از آن می‌گیریم مجموع خسارات بنگلادش ۱/۱ میلیارد دلار برآورد شده‌است، در حالی که این برآورد در ایالات متحده ۱۵/۸ میلیارد دلار بوده است. حتی خسارت و ویرانی بیشتر را می‌توان از مقایسهٔ توفندهای ۱۹۹۰ بنگلادش و ۱۹۹۲ آندریوی[4] ایالات متحدهٔ امریکا متوجه شد.

این آمارها اهمیت کاهش ویرانی و کشتار ناشی از بلایا را به خوبی نشان می‌دهد، جامعه بین‌المللی به ضرورت افزایش کار و تلاش در زمینه کنترل بلایا پی‌برده است بطوری که مجمع عمومی سازمان ملل متحد دهه ۲۰۰۰-۱۹۹۰ به عنوان دههٔ جهانی کاهش بلایای طبیعی پیشنهاد نموده است. استراتژی کاملی برای کنترل بلایا به منظور کاهش اثرات مخرب آن تدوین گردیده که شامل موارد زیر است:

پیشگیری بلیه

۱ـ تحلیل احتمال وقوع: ارزیابی احتمال وقوع بالقوه پدیدهٔ زیانبار.

۲ـ تحلیل آسیب‌پذیری: ارزیابی حساسیت عوامل در معرض مخاطره مانند جمعیت، زیرساختها و فعالیتهای اقتصادی برای یک نوع خاص از مخاطرات با شدت معین.

۳ـ ارزیابی سوانح طبیعی: ارزشیابی و کمّی نمودن میزان تلفات انسانی، صدمات شخصی، خسارات مالی و ارزش فعالیتهای اقتصادی که در نتیجه وقوع یک فاجعه خاص طبیعی

4- Andrew

متوقف می‌گردند.

۴ـ برنامه‌ریزی کاربری اراضی و وضع قانون و مقررات: تهیهٔ نقشهٔ احتمال وقوع حادثه طبیعی در قالب آیین‌نامه ساخت و ساز و یک سری ضوابط و محدودیتهای کاربری اراضی.

آمادگی برای مقابله با خطر

۱ـ پیش‌بینی‌ها، هشدارها و پیشگویی بلایا (مانند هشدارهای مربوط به وقوع توفندها).

۲ـ نظارت و کنترل: ارزیابی توسعه و گسترش حادثه طبیعی در طول وقوع آن (مانندسیلابها).

امداد و کمک‌رسانی

۱ـ برآورد سریع خسارت بعد از وقوع حادثه.

۲ـ تعیین مناطق امن و بی‌خطر به منظور تسهیل در کمک‌رسانی.

۳ـ نظارت و کنترل اساسی به منظور تضمین منظم کمکها.

ابزارهای کاهش خطر

کاهش بلایای طبیعی تنها زمانی می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد که اطلاعات کاملی دربارهٔ تکرار رویداد، مشخصات و شدت آن در یک ناحیه وجود داشته باشد.

پهنه‌بندی خطر باید پایه و اساس هر پروژهٔ کاهش خطر باشد که می‌بایست در دسترس برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان قرار گیرد. این اطلاعات به صورت نقشه‌های پهنه‌بندی خطر ارایه می‌شود. برای تهیهٔ این نقشه‌ها باید اطلاعاتی در مورد احتمال رویداد یک پدیدهٔ بالقوه خطرناک طی یک دوره زمانی مشخص از یک ناحیه معین داشته باشیم.

در نقشه‌های سوانح طبیعی عموماً توزیع فضایی درجات خطر نشان داده می‌شود.

پهنه‌بندی خطر مستلزم داشتن اطلاعات کامل از فرایندها و عواملی است که منجر به وقوع پدیده‌های زیانبار در یک منطقه می‌گردند. این کار به عهدهٔ کارشناسان علوم زمین است. تحلیل آسیب‌پذیری هر منطقه گذشته از رویداد به اطلاعات دقیق در خصوص تراکم جمعیت، فعالیتهای زیربنایی و اقتصادی، نیاز دارد. این بخش از تحلیل معمولاً توسط کارشناسان بخشهای وابسته مانند برنامه‌ریزی شهری، جغرافیای اجتماعی و اقتصاد صورت می‌گیرد.

در هر یک از موارد بالا استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی بسیار حائز اهمیت است. داده‌های سنجش از دور مانند تصاویر ماهواره‌ای و عکسهای هوایی این امکان را به ما می‌دهند تا تغییرات وضعیت زمین مانند پوشش گیاهی، آبشناسی و زمین‌شناسی را از نظر زمانی و مکانی به نقشه درآوریم. آنها می‌توانند در یک مدت زمان کوتاهی اطلاعاتی را از گسترش یک بلیه در اختیار قرار دهند و چنانچه با دیگر اطلاعات تلفیق شوند در ارزیابی آسیب‌پذیری خطر و نیز طبقه‌بندی مخاطرات اهمیت بسیار زیادی خواهند داشت.

تحلیل حوادث غیرمترقبه‌ای چون زمین‌لرزه و رانش زمین ، کار پیچیده‌ای است. عوامل متعددی می‌توانند در وقوع یک رویداد زیانبار نقش داشته باشند.

برای تحلیل، داده‌های ورودی زیادی موردنیاز است و روشهای تحلیل ممکن است بسیار وقتگیر و پرهزینه باشند. در طی دهه‌های اخیر دسترسی به رایانه‌های پیشرفته امکان انجام تحلیلهای تفصیلی و سریع بلایای طبیعی را فراهم نموده است.

سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان مجموعه ابزار توانمند برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، بازیابی، انتقال و ارایه داده‌های فضایی از دنیای واقعی برای یک سری اهداف مشخص تعریف گردیده که امکان آنالیز انواع داده‌های مربوطه را فراهم می‌نماید. سیستم اطلاعات جغرافیایی این قابلیت را دارد تا داده‌های فضایی یعنی داده با یک مشخصه جغرافیایی مانند نقشه، عکس هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های مربوط به بارندگی و گمانه‌های حفاری و غیره را تلفیق نماییم.

مقیاسهای تحلیل

یک کارشناس علوم‌زمین که بر روی پروژهٔ تحلیل سوانح طبیعی کار می‌کند قبل از این که به جمع‌آوردی داده‌های خود بپردازد به پرسشهای زیر باید پاسخ دهد:

- هدف از مطالعه چیست؟
- در چه مقیاسی و با چه میزان دقتی نتایج بایستی ارایه گردد؟
- منابع قابل دسترس از نظر مالی و نیروی انسانی چیست؟

انتخاب مقیاس برای یک برنامهٔ تحلیل سوانح طبیعی با توجه به اهداف اجرای پروژه تعیین می‌گردد.

مقیاسهای تحلیل عموماً به شرح زیر می‌باشند:

- مقیاس ملّی (۱:۱٬۰۰۰٬۰۰۰ <)
- مقیاس اجمالی یا ناحیه‌ای (۱:۱۰۰٬۰۰۰ <)
- مقیاس متوسط (۱:۵۰٬۰۰۰ - ۱:۲۵۰٬۰۰۰)
- مقیاس بزرگ (۱:۱۰٬۰۰۰ - ۱:۵٬۰۰۰)

در اینجا دو نمونه از کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی ارایه می‌گردد: یکی در مورد برآورد احتمال وقوع سیلاب در بنگلادش و دیگری بررسی خطرات رانش زمین در رشته‌کوههای آند در امریکا است.

سیلاب در بنگلادش

بنگلادش شاید تنها کشوری باشد که بیشترین خسارات ناشی از بلایای طبیعی بویژه سیلاب را تحمل کرده است. تقریباً ۴۰ درصد از سطح این سرزمین با سیلابهای منظم روبروست. این کشور بیش از ۲۵۰ رودخانه دایمی دارد که ۵۶ رودخانه آن سرچشمهٔ برون مرزی دارد و از کشورهای تبت، هندوستان، بوتان، نپال می‌آید. ۹۰ درصد آب رودخانه‌های مهم گنگ[5]، براهماپوترا[6]، ماگنا[7] از رودخانه‌هایی تأمین می‌شود که سرچشمه آنها در کشورهای دیگر است.

نخستین علت سیلاب بنگلادش مستقیماً و یا غیرمستقیم به بارندگی در حوزه‌های آبریز سه رودخانه اصلی و مهم آن مربوط می‌گردد. بارندگی به همراه ذوب برفهای هیمالیا رواناب بسیار زیادی را بوجود می‌آورد که از داخل بنگلادش به طرف خلیج بنگال جریان می‌یابند. بطور متوسط روزانه دو بار جزر و مد در خلیج بنگال رخ می‌دهد که از آنجا که گسترهٔ بزرگی از بنگلادش را زمینهای هموار می‌سازند (نیمی از کشور دارای خطوط تراز کمتر از ۸ متر می‌باشد). از اینرو آب به سرعت زمینها را فرا می‌گیرد. در هنگام بارندگیهای موسمی، پسروی

5- Gange 6- Brahmaputra 7- Meghna

سیلاب به واسطهٔ تأثیر جزر و مد به تأخیر می‌افتد.

زمانی که باد بر سطح دریا می‌وزد و امواج طوفانی به سمت خشکی را به وجود می‌آورد سیلابهای سیکلونی دریا روی می‌دهند.

بنگلادش طی سالهای ۱۹۸۱ ـ ۱۹۶۰، ۶۳ مورد بلیهٔ طبیعی با ۶۵۵۰۰۰ نفر تلفات را متحمل گردیده که از این حوادث تعداد ۳۷ مورد سیکلون (چرخه) حارّه‌ای (توفانهای موسمی گرمسیری) **بودند** که طی آن ۳۸۶۲۰۰ نفر جان خود را از دست دادند. سیلابهای ویرانگر اخیر در سالهای ۱۹۸۷ و ۱۹۸۸ اتفاق افتادند و چرخه‌ای در سال ۱۹۹۰ موجب مرگ حدود ۱۴۰۰۰۰ نفر از ساکنین سواحل خلیج بنگال گردید.

ارزیابی خطر سیلاب به یک تلاش بین‌المللی نیازمند است بطوری که بارش و دبی رودخانه‌ها در حوزه‌های آبریز داخلی باید تحت نظارت و کنترل قرار گیرند، به علاوه سطح آب دریا باید کنترل شوند و سیستمهای هشداردهنده برای سیکلونهای مناطق حاره‌ای به اجرا درآیند.

به منظور تهیه نقشه مراحل سیلاب و تعیین دینامیک رودخانه، سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت پردازش رقومی و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای اسپات مورداستفاده قرار گرفت. ناحیه موردمطالعه در محل تلاقی رودخانه‌های گنگ و ماگنا در جنوب شرقی داکا پایتخت بنگلادش واقع شده است. چهار تصویر ماهواره‌ای از نوع اسپات در این تحلیل مورداستفاده قرار گرفتند که عبارتند از:

تصاویر مربوط به ژانویه ۱۹۸۷ که در طول فصل خشک تهیه گردیده است.

تصاویر نوامبر ۱۹۸۷ مربوط به یک سیلاب با دوره برگشت ۵۰ ساله.

تصاویر اکتبر ۱۹۸۸ مربوط به یک سیلاب با دوره برگشت ۱۰۰ ساله.

تصاویر فوریه ۱۹۸۹ که تغییرات بوجود آمده در شاخه‌های رودخانه را در فصل خشک نشان می‌دهد. در این مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای اسپات به منظور ارزیابی پراکندگی فضایی پهنه‌های سیل‌گیر و دینامیک رودخانه استفاده گردید. تصاویر مذکور سطوح مختلف آب مربوط به سیلابهای با دوره برگشتهای متفاوت را نشان می‌دهند. با استفاده از خصوصیات طیفی باندهای مختلف تصاویر ماهواره‌ای محدوده‌های سیل‌گیر را می‌توان مشخص کرد.

با تکرار این فرایند برای چندین سطح سیلابی و رویهم قرار دادن نقشه‌های رقومی مربوطه، نقشه‌ای تهیه می‌شود که در آن علاوه بر نشان دادن مناطقی که بطور متناوب در معرض سیل قرار می‌گیرند مناطقی را هم که به علت دینامیک رودخانه دارای تغییرات جانبی بوده و نیز محدوده‌هایی که استعداد سیل‌خیزی کمتری دارند را مشخص می‌نمایند بدیهی است نواحی که استعداد سیل‌خیزی کمتر دارند جهت سرمایه‌گذاریهای وسیع مناسبتر هستند در حالی که مناطق دیگر ممکن است، به اقدامات حفاظتی بیشتری نیازمند باشند. این نقشه‌ها می‌توانند مراکز کمک‌رسانی جهت کاهش خسارات ناشی از سیل را مشخص نمایند که این مراکز امدادرسانی در مناطقی که دارای خطر سیلاب کمتری می‌باشند انتخاب می‌گردند.

بررسیها نشان داده است که بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای اسپات و سیستم اطلاعات جغرافیایی نتایج خوبی را به همراه داشته است هر چند که مناطق سیل‌گیر را گاهی به علت وقفه زمانی بین وقوع سیلاب و زمان دریافت تصاویر تا حدودی می‌توان تخمین زد. این مشکل تا اندازه‌ای به وسیله تلفیق تصاویر ماهواره‌ای اسپات با داده‌های ماهواره نوآ[8] برطرف می‌گردد. تلفیق آن با داده‌های ماهوارهٔ راداری مانند (ارس ۱[9] و جرس[10]) می‌تواند مشکل دریافت تصاویر بدون لکه‌های ابر را در طول فصول مختلف سال مرتفع نماید.

حرکات توده‌ای در کوههای آند[11]

دومین مثال از کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در تحلیل حوادث و رویدادهای طبیعی مربوط به کوههای آند در امریکای جنوبی می‌باشد که مخاطرات رانش زمین موردارزیابی قرار گرفته‌اند. رشته کوههای آند، کوههای بهم پیوسته‌ای هستند که هنوز هم به علت برخورد صفحات[12]، پدیدهٔ بالاآمدگی در آنها وجود دارد که منجر به رخدادهایی مانند زمین‌لرزه و فورانهای آتشفشانی می‌گردند. بسیاری از این رویدادها مکانیسم‌های فعالی برای وقوع رانش زمین به شمار می‌روند. در رشته‌کوه آند مناطق خطرآفرینی که با رانش زمین ها در ارتباط هستند شامل محدوده شهرهای بزرگ مانند لاپاز[13] و مدیلن[14] می‌شود. در مدیلن حدود

8- Noaa 9- Ers-1 10- Jers 11- Andes 12- Plates 13- Lapaz

14- Medellin

۴۰۰ نفر از حاشیه‌نشینان بخش شمالی شهر در اثر رانش زمین ۱۹۸۸ جان خود را از دست دادند. بیشتر این شهرها به سرعت توسعه و گسترش پیدا می‌کنند و بنابراین به یک برنامه‌ریزی سریع نیازمند هستند. در برنامه‌ریزی شهری معمولاً تحلیل احتمال وقوع حوادث طبیعی صورت نمی‌گرفته و در نتیجه اخیراً مناطقی از شهرها برروی دامنه‌های شیب‌دار بنا شده‌اند.

در ارزیابی احتمال وقوع رانش زمین، استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نمایند. رانش زمین ها توسط عوامل گوناگونی مانند زاویه شیب، نوع خاک و جنس سنگ، پوشش گیاهی و کاربری اراضی، بارندگی و زمین‌لرزه‌ها کنترل می‌گردند. ارزیابی بسیاری از این عوامل می‌توانند با استفاده از داده‌های سنجش از دور و بویژه عکسهای هوایی صورت گیرد. به منظور ارزیابی اثر تلفیقی عوامل مذکور و همچنین کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در ارایه مدل احتمال وقوع رانش زمین، استفاده از نقشه‌های مختلف ضروری است. در این رابطه روشهای گوناگونی ارایه شده‌اند که به مقیاس تحلیل و دسترسی به داده‌های ورودی و جزئیات موردنیاز نقشهٔ مخاطرات بستگی دارند.

مقیاس ناحیه‌ای

مقیاس ناحیه‌ای در تحلیل مربوط به خطر حرکات توده‌ای مواد (۱:۱۰۰،۰۰۰ <) به منظور شناخت کلی از مسایل و مشکلات مناطقی که دارای پتانسیل ناپایداری دامنه‌ای هستند بکار می‌رود. نقشه‌ها عمدةً در جهت اهداف برنامه‌ریزی منطقه‌ای مانند کشاورزی، امور شهری و زیربنایی مورداستفاده قرار می‌گیرند. مناطقی که موردمطالعه قرار می‌گیرند بسیار وسیع بوده و بر هزار کیلومترمربع یا بیشتر می‌رسند که در این صورت نقشه‌ها دارای دقت کم خواهند بود. نقشه‌های مذکور می‌توانند مناطقی راکه از نظر حرکات توده‌ای مواد در معرض خطر قرار می‌گیرند مانند مناطق روستایی، شهری و یا پروژه‌های زیربنایی را مشخص نمایند. واحدهای زمینی با وسعت حداقل دهها هکتار بر روی تصاویر ماهواره‌ای مشخص می‌گردند. در داخل این واحدها که تحت عنوان واحدهای زمینی قابل تهیه نقشه[15] خوانده می‌شوند درجات خطر به صورت یکسان

15- Terrain mapping units

در نظر گرفته می‌شوند. اطلاعات کلی رانش زمین از عکسهای هوایی کوچک مقیاس به دست می‌آید. روشهای تحلیل کیفی که به منظور تلفیق خصوصیات گوناگون درون واحدهای زمینی قابل تهیه نقشه بکار برده شده‌اند تا حدودی کیفیت خطر را بطور نسبی به دست می‌دهند.

مقیاس متوسط

نقشه‌های احتمال وقوع حوادث طبیعی با مقیاس متوسط (۲۵۰۰۰ : ۱) بیشتر برای برنامه‌ریزی درون شهری و یا شرکتهایی که نیاز به مطالعه در زمینه کارهای بزرگ مهندسی نظیر سدسازی ، راه و راه‌آهن دارند مناسب می‌باشد. در این مقیاس وسعت مناطق موردمطالعه به چند صد کیلومترمربع می‌رسد که در سنجش با مقیاس ناحیه‌ای به جزئیات بیشتری نیازمند است. نقشه‌ها ممکن است در مسیریابی سازه‌های زیربنایی یا مناطق توسعه شهری استفاده شوند. در این مقیاس این امکان وجود دارد تا عوامل مختلفی که با رانش زمین مرتبط هستند به صورت نقشه ارایه گردند. تفسیر عکسهای هوایی منبع اصلی اطلاعات برای تعداد زیادی از نقشه‌های ورودی می‌باشد که بایستی در قالب یک روش مناسب و با استفاده از معیارهای مشخص سازماندهی شوند. تفسیر عکسهای هوایی که در فواصل زمانی مختلف تهیه شده‌است جهت ارزیابی تغییرات حرکات توده‌ای مواد و نیز در طرحهای کاربری اراضی توصیه می‌شوند. روشهای کار صحرایی نیز توسعه و پیشرفت کرده‌اند و شامل استفاده از سیاههٔ بازبینی عکس برای توصیف پدیدهٔ حرکت توده‌ای مواد و جمع‌آوری داده‌های مربوطه به خاک و سنگ و استفاده از آزمایشهای ساده صحرایی می‌باشد. احتمال وقوع رانش با ارزیابی شرایطی که منجر به وقوع این حادثه در گذشته شده، تحلیل می‌شوند تا بتوان با استفاده از تلفیق اطلاعات و تحلیل آنها رانش‌هایی را که درآینده روی خواهند داد پیش‌بینی کرد.

مقیاس بزرگ

نقشه‌های احتمال وقوع حوادث طبیعی بزرگ مقیاس (۱۰۰۰۰ : ۱) بیشتر برای کارهای با ضریب اطمینان بالا و یا برنامه‌ریزی‌های تفصیلی، فعالیتهای زیربنایی، خانه‌سازی، پروژه‌های صنعتی و یا ارزیابی خطرات درون یک شهر تهیه می‌شوند. وسعت محدوده موردمطالعه به

دهها کیلومترمربع خواهد رسید. درجه‌بندی احتمال وقوع حوادث بر روی چنین نقشه‌هایی باید به صورت قطعی میسر باشد، به عنوان مثال امکان تشخیص هر واحد مستقل با مساحت کمتر از یک هکتار وجود داشته باشد.

تهیهٔ نقشه تفصیلی که با انجام آزمایشهای زمین تکنیکی و اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی توأم باشند اطلاعات کافی را جهت کاربرد مدلهای ناپایداری دامنه‌ای در دسترس قرار می‌دهد.

نتیجه‌گیری

سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزارهای مفیدی در ارزیابی احتمال وقوع حوادث طبیعی مطرح می‌باشند. از جمله توانمندیهای این ابزارها می‌توان به پردازش کردن داده‌ها و آنالیز و روزآمد آنها، برخورداری استفاده‌کننده از جزئیات کامل، قابل اعتماد بودن نقشه‌های ورودی و در حد کفایت تجارب میدانی اشاره کرد.

نتایج حاصل از مطالعهٔ حرکات توده‌ای مواد که با تأمین‌های Ec و وزارت آموزش و علوم هلند صورت گرفته بود، در قالب یک بسته نرم‌افزارهای آموزشی منتشر گردیده است. به کمک این نرم‌افزار آموزشی، متخصصین علوم‌زمین از کشورهای در حال توسعه می‌توانند موارد مختلف کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در پهنه‌بندی احتمال وقوع رانش زمین را بیاموزند. ITC[16] نیز در مورد توسعه بسته‌های نرم‌افزاری آموزشی در ارزیابی سایر مخاطرات زمین‌شناختی مانند مخاطرات آتشفشانی، زلزله‌ای و سیلابی کوشش می‌کند.

تأسیس مرکزی در یونسکو به منظور دخالت دادن مسایل محیط زیست و توسعه در کاهش بلایا می‌توانست نقش مهمّی را در توسعه بیشتر روشهای جدید ارزیابی خطرهای طبیعی و گسترش این دانش به محققین کشورهای در حال توسعه ایفا نماید.

16- Institute Teaching Center

منابع و مآخذ

1- Alexander, D. ***Natural Disasters***. UCL Press Ltd, University College London, p. 632, 1993.

2- Burrough, P. A. ***Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment***. Clarendon Press, Oxford, p. 191, 1986.

3- Global Emergeney Observation and Warning. International Space University, ***Design project report***. Huntsville Alabama, p 211, ISL,. 1993.

4- ***Disaster, Planning and Development: Managing Natur Hazards to Reduce Loss***. Dept of Regional Development a Environment, Organization of American States. Washington DC, p.80, OAS,. 1990.

5- ***Mitigating Natural Disasters, Phenomena, Effects and Options***. UN Disaster Relief Coordinator, United Nations, New York, p. 164, UNDRO,. 1991.

6- Van Westen, C. J., van Durer, H. M. G, Kruse and M. t. J Terlie. ***GISSIZ; Training Package for Geographic Information Systems in Slope Instability Zonation***. Part 1: Theory, p. 245, Part 2: Exercises, p. 350, 1993, 10 diskettes. ITC Publ no 15, Enschede.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی