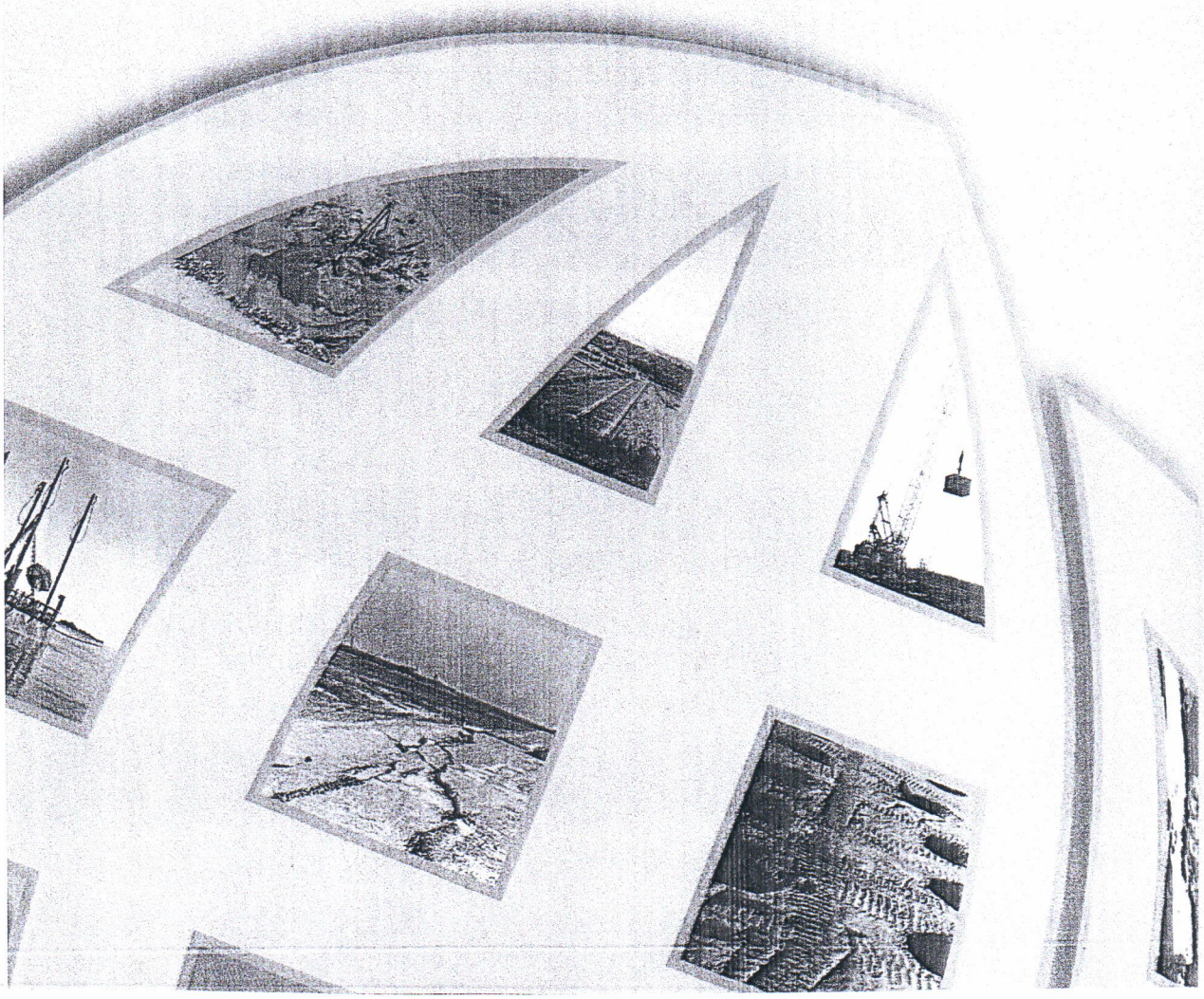
مجموعه مقالات

سومین همایش بین المللی

مهندسی ژئوتکنیک و مکانیک خاک ایران

تهران ۱۸ تا ۲۰ آذر ۱۳۸۱



سومین همایش بین‌المللی
مهندسی ژئوتکنیک و مکانیک خاک ایران
۱۸ تا ۲۰ آذر ۱۳۸۱ – پژوهشگاه نیرو - تهران

ارزیابی استفاده از تئوری rough-set در سنجش عوامل ناپایداری شیبها

مهیار عربانی
استادیار دانشگاه گیلان-دانشکده فنی- رشت
فرزین کلانتری
استاد یار دانشگاه گیلان- دانشکده فنی- رشت

چکیده : پدیده گسیختگی شیبها و شیروانی ها مانند پدیده های زلزله، سیل وآتشفشان از بلایای مهم طبیعی به شمار می رود. این پدیده هر ساله خسارات زیادی را در دامنه های کوهستانی کشور ببار می آورد. عوامل مختلفی مانند شرایط توپوگرافی ، زمین ساختی، هیدروژئولوژیکی و شرایط محیطی در ناپایداری شیبها در دامنه های سنگی و خاکی موثر می باشند. لذا سنجش میزان خطر گسیختگی شیبها در پیش بینی راهکارهای مناسب از اهمیت ویژه ای برخورداراست.برای سنجش عوامل ناپایداری شیبها روشهای مختلفی ارائه شده است . اما این روشها اکثر قابلیت اعتماد کمی را بدست می دهند. روش تئوری فازی (fuzzy theory) از جدید ترین روشهایی است که برای سنجش میزان خطر گسیختگی شیبها بکارگرفته شده است اما مطالعات نشان می دهد که نتایج حاصل از این روش پیچیده نیز قابلیت اعتماد کمی را داراست. در این پژوهش روش استفاده از تئوری rough-set برای سنجش عوامل ناپایداری و میزان خطر گسیختگی شیبها تشریح و ارزیابی می گردد. نتایج حاصل از این ارزیابی، قابلیت اعتماد نسبتاً بالای این روش، با توجه به نیاز آن به حد اقل اطلاعات، نسبت به سایر روشها مشابه را نشان می دهد.

مقدمه

خرابی شیروانی ها بر اثر بارندگی های شدید در فصلهایی که وزش باد و طوفان شدید رخ می دهد، خسارات جانی و صدمات فراوانی را در کشور های مختلف ببار آورده است (Editoral Department 1972 ; Taki 1993). برای جلوگیری از این گونه حوادث لازم است محاسبات و اندازه گیری های مناسب برای پیشگیری از گسیختگی شیبها و شیروانی ها طی زمانها و موقعیت های مناسب صورت پذیرد.

در عملیات پیشگیری ، کارهایی که باید برای جلو گیری از گسیختگی شیبها صورت پذیرد، شامل کارهای نقشه برداری، زمین شناسی، بررسی ویژگیهای خاک ، کارهای عمرانی، نماسازی ومواردی از این قبیل می باشد. (Ishikawa1995) .شیبهایی که لازم است عملیات مقاوم سازی در آنها صورت پذیرد،همچنین نوع گسیختگی که خطر وقوع آن وجود دارد، باید به طور تحلیلی و با مدلسازی مورد ارزیابی قرار گیرد و موقعیت زمانی و مکانی انجام چنین اعمالی تعیین گردد.

بنابراین، میزان قابلیت اطمینان در برآورد نوع گسیختگی و محل وقوع آن درشیبها بسیار حائز اهمیت است، زیرا می تواند خسارات ناشی از گسیختگی در شیبها را به حد اقل برساند. گسیختگی شیب هاتحت تاثیر ترکیب عوامل مختلفی صورت می گیرد. روشهایی برا ی سنجش خطر گسیختگی در شیبها مانندروش(Suzuki 1995) ، روش آماری (Kobashi 1995) و روش دینامیکی (Okimura Ishikawa 1995) پیشنهاد گردیده است، با این حال در

عمل معمولاً برنامه های پیشگیری از وقوع حوداث طبیعی و تشخیص میزان خطر گسیختگی در شیبها بر مبنای اطلاعات تجربی اشخاص و بدون استفاده از اینگونه برنامه ها صورت می گیرد . این امر باعث گردیده تا زمینه ای برای گسترش تشخیص بر مبنای اطلاعات تجربی فراهم آید که البته بدست آوردن اینگونه اطلاعات امروزه کار دشواری بوده و هیچ روش خاصی برای کسب این اطلاعات وجود ندارد.

روشهایی برای تشخیص سطح میزان خطر گسیختگی توسط سازمانها و انستیتو های مختلف مانند Forestry Agency1982, Ministryof construction1983 وExpressway Board Invstigatian 1977 پیشنهاد گردیده است. ولی برای استفاده از هریک از آنها ، اطلاعات تجربی کارشناسان لازم می باشد و لذا هر مهندس عمران نمی تواند اینگونه روشها را به سادگی مورد استفاده قرار دهد.در این شرایط، تحقیقاتی برای بکارگیری سیستم متخصص (ES) صورت پذیرفته است تا امکان استفاده از روشهای تشخیص بر مبنای دانشهای تجربی کارشناسان فراهم گردد. (Okimura 1992;Nishi,1992) . در این تحقیقات سیستم هایی برای شناسایی و تشخیص ساخته شده و ابهامات و یا گنگ بودن اطلاعات تجربی کارشناسان با استفاده از نظریه فازی در سیستم ها گنجانیده شده اند.

در استفاده از نظریه فازی برای تشخیص، لازم است تاثیر عوامل موثر در نظریه بررسی گردد. بر اساس مطالعات Trano (1987) اگر این نظریه برای تمام عوامل گسیختگی شیروانی بکار رود و همه اطلاعات در سیستم تشخیص دهنده وارد گردد , ممکن است جواب سیستم در تشخیص سطح میزان خطر، قابلیت اطمینان پایینی داشته باشد.

درمقاله حاضر با استفاده از نظریه rough set (pawlak 1991; Ziarko 1994) روشی به منظور تشخیص خطر گسیختگی شیبها بر مبنای استفاده از اینگونه اطلاعات تجربی ارائه گردیده است. برای این منظور، نظریه rough set برای تشخیص مواردی که توسط کارشناسان حالتهای خطرناک شناخته شده و یا مشخصات تصمیم گیری در مورد شیروانی هایی که در امتداد راهها ساخته می شوند بکار می رود. این روش در حذف مشخصات شرطی و دسته هایی که اهمیت چندانی در تشخیص ندارند و به منظور رسیدن به کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری که بازهم قابلیت تشخییص همانند کارشناسان را داشته باشند، مورد استفاده قرار می گیرد.

مشخصات شرطی بدست آمده در کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری را می توان همانند شرایط ویژه ای که متخصصان در تشخیص بیشتر مورد اهمیت قرار می دهند، درنظر گرفت.

نظریه ROUGH SET

نظریه rough set یا نظریه اولیه (مبنا) توسط pawlak 1991 در سال ۱۹۹۱ ارائه گردیده است. این نظریه ابزاری ریاضی قدرتمندی برای مقابله با مواردی که ابهام و عدم قطعیت در انها وجود دارد، می باشد.

نظریه مجموعه اولیه (مبنا) تعمیمی از نظریه دوتایی یا "twin" می‌باشد که از نظریه های معروف در ریاضیات بازه هاست. در هر دو نظریه با مجموعه ای مثل S سرو کار داریم. این مجموعه می تواند مجموعه ای از مقادیر ممکن از یک کمیت و یا مجموعه ای از عناصر تشکیل دهنده یک تصویر باشد.

در بیشتر مواردی که در زندگی واقعی با آنها روبرو هستیم، تنها اطلاعات جزئی در مورد مجموعه S در اختیار می باشدبدین صورت که :

- برای برخی از نقاط s اطمینان داریم که s متعلق به مجموعه S است.
- برای برخی از نقاط دیگر s ، به یقین می دانیم که s به مجموعه S تعلق ندارد.
- برای سایر نقاط s ، نمی دانیم که آیا s متعلق به مجموعه ناشناخته S هست یا خیر.

در این حالت، تنها اطلاعی که در مورد مجموعه S داریم این است که S در داخل مجموعهL و شامل تمام نقاطی است که بطور واضح به مجموعه S تعلق دارند و مجموعه U شامل تمامی نقاطی است که ممکن است به S تعلق داشته باشد (یعنی آنهایی که بدرستی نمی دانیم که آیا به S تعلق دارند یا نه) قرار دارند بعبارت دیگر L زیر مجموعه ای است ازS و S نیز زیر مجموعه ای از U است. به بیان دیگر، اطلاعات موجود در مورد مجموعه ناشناخته S می تواند توسط زوجی از مجموعه ها بصورت (L,U) بیان گردد بطوریکه Lزیر مجموعه ای از U می باشد.

هرگاه هر دو مجموعه تقریبی L , U به صورت بازه باشند یک دوتایی (twin) خواهیم داشت. در کارهای علمی، طبعاً لازم است مجموعه های عمومی بیشتری در نظر بگیریم که توسط خواصی تعریف شوند. در اینصورت، اگر تنها اطلاعی که ما در مورد اعضای S داریم از مقادیری از n خاصیت اولیه $P_n(s)$, ... , $P_1(s)$تشکیل شده باشد، آنگاه لازم است مجموعه هایی تقریبی برحسب این خواص تعریف نماییم. به بیان ریاضی، مجموعه ای جبری را درنظر می گیریم که با مجموعه هایی بصورت $S_i = \{ s \mid P_i(s) \}$ تولید می گردد (یعنی کوچکترین دسته ای که تمامی این مجموعه ها را در برمی گیرد و تحت اتحاد، تقاطع و تعریفی بسته می شود) و زوج (L,U) را در نظر می گیریم که اعضایش از این مجموعه جبری باشد. چنین زوجی یک مجموعه اولیه (مبنا) نامیده می شود.

تشریح و کاربرد نظریه ROUGH SET در سنجش گسیختگی

برای تشریح طریقه کاربرد نظریه مجموعه اولیه (مبنا) در سنجش عوامل ناپایداری طبیعی از ۳۰ مورد اطلاعات بدست آمده از بررسی شیبها استفاده گردیده است. اغلب این حالات در مواقعی که شیب در امتداد جاده بوده دیده شده اند . این نشانه ها که علامت خطر می باشند توسط کارشناسان، بر طبق روشی که توسط موسسه تحقیقات Express way Investigatian در سال ۱۹۷۷ تعیین گردیده و با حذف ویژگیهای مبهم در جدول(۱) با مشخصات شرطی مندرج در این جدول تهیه گردیده است. برای بررسی، هر یک از این مشخصات به چند دسته تقسیم می شوند، به عنوان مثال مشخصه شرطی (و) که بیانگر نواحی گسیختگی است به ۴ دسته ۱- نواحی وسیع گسیختگی ۲- وجود تعداد زیادی از نواحی خرابی ۳- وجود نواحی جزئی خرابی ۴- عدم وجود این نواحی تقسیم شده است . همچنین چهار سطح d,c,b,a که نشانگر سطوح میزان خط در حالتهای مختلف است به هریک از دسته ها نسبت داده شده است. سطح خطر در مورد تمامی مشخصات شرطی برای هریک از شیروانی ها بدست آمده و در جدول (۱) درج گردیده است.

سطح میزان خطر کل با نشانه های C,B ,A تعریف می گردد. جدول (۲) طبقه بندی شرایط ویژه و سطح میزان خطر کل را در مورد ۳۰ شیروانی که توسط کارشناسان مورد ارزیابی قرار گرفته اند، نشان می دهد. در این جدول، به عنوان مثال شیروانی S_1 جزء دسته ۲ از مشخصه شرطی (الف) و دسته ۳ از مشخصه شرطی(ب) بوده و سطح میزان خطر آن A تشخیص داده شده است . به بیان دیگر این جدول ارتباط میان شماره دسته های مشخصات شرطی هر یک از شیروانی ها را با سطح میزان خطر یا شاخص های تصمیم گیری و یا ارتباطاتی از این قبیل را نشان می دهد. اینگونه جداول را می توان قانون تصمیم گیری و یا جدول تصمیم گیری نامید.

تعیین کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری

قبل از هر چیز لازم است بررسی نماییم که آیا سطوح معرف میزان خطر گسیختگی با ۱۲ مشخصه شرطی موجود در جدول (۲) که نتایج تشخیص کارشناسان را نشان می دهد، سازگاری دارد یا خیر. برای این منظور قوانین تصمیم گیری برای کلیه شیبها مورد بررسی قرار می گیرد تا قوانین تعریف نشده مشخص گردند.بعنوان مثال ممکن است برخی از شیبها که در یک دسته قرار گرفته و طبقه بندی آنها تحت هر یک از مشخصات شرطی یکسان است، سطوح خطر آفرینی متفاوتی به آنها نسبت داده شده باشد.

با بررسی مقادیر مندرج در جدول (۲) ملاحظه می گردد قوانین تعیین نشده در این جدول وجود ندارد، بنابراین ثابت می شود که سطوح میزان خطر تابعی از مشخصات شرطی می باشند. اگر قوانین تعیین نشده در جدول تصمیم گیری وجود داشته باشند ، مفهومش اینست که تعداد مشخصات شرطی در جدول تصمیم گیری کافی نیست و باید مشخصات شرطی جدیدی به این جدول اضافه می گردد .

در فرآیند بدست آوردن کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری، لازم است سعی و خطا صورت پذیرد تا تصمیمات لازم برای قوانین تعیین نشده صورت پذیرد و جدولی عاری از تناقضات برای تصمیم گیری تهیه گردد.

از طرف دیگر با ملاحظه جدول (۲) دیده می شود که شیبهای S_2 و S_3 در یک دسته و با قانون یکسان در نظر گرفته شده اند.در مورد شیبهای S_{23} و S_{24} نیز به همین ترتیب عمل گردیده است.در اینگونه موارد کافی است موارد مشابه حذف گردد و تنها یکی از آنها در نظر گرفته شود.

بر همین اساس ، شیروانی های S_3 و S_{22} که با علامت «#» مشخص گردیده اند از جدول (۲) حذف گردیده و جدول تصمیم گیری جدیدی بدست آمده است.

کاهش تعداد مشخصات شرطی

در مرحله بعد لازم است مشخصات شرطی را که در تشخیص اهمیت چندانی ندارند پیدا نماییم . برای این منظور، هر بار تعدادی از مشخصات شرطی حذف گردید و بررسی می گردد که آیا در جدول تصمیم گیری تناقض بوجود آمده یا خیر بعنوان مثال شرایط ویژه (ح)و(ج) حذف گردند آنگاه قوانین تصمیم گیری شیبهای S_{19} و S_{20} نقیض یکدیگر می شوند و این ثابت می کند که سطح میزان خطر در هر یک از شیبهای S_{19} و S_{20} وابسته به یکی از مشخصات شرطی (ح) و (ج) و یا هر دو آنها می باشد و دو مشخصه شرطی(ح) و (ج) نمی توانند بطور همزمان برداشته شوند . تک تک ترکیبات از جدول (۲) که شیبهای S_3 و S_{24} از آن حذف شده بودند برداشته شد و بررسی گردید که آیا تناقضی در میان قوانین تصمیم گیری بوجود آمده یا خیر.

جدول (۳)، نه ترکیب از مشخصات شرطی را نشان می دهد حالات ۱تا۹ در جدول (۳)، که هریک از آنها از حداقل تعداد مشخصات شرطی تشکیل شده است قادر است بدون ایجاد تناقض، عمل تشخیص را در مورد هر نوع شیروانی انجام

دهـد. چگونگـی بدسـت آوردن کوتاهتریـن الگوریـتم تصمیم گیری با مثالی که برای حالت ۱ نشان داده شده تشریح می گردد.

در حالـت یـک همـه مشخصات به غیر از مشخصات (ج)،(د)،(و)،(ح)،(ی) از جدول (۲) که شیبهای $S_{۳}$ و $S_{۲۲}$ از آن حذف شده بودند برداشته شدند تا جدول جدیدی بدست آید.

در ایـن جـدول پس از بررسی ملاحظه می گردد که دو شیب $S_{۲}$ و $S_{۲۰}$ و شیبهای $S_{۱۲}$ و$S_{۱۶}$ و$S_{۲۰}$ و$S_{۲۳}$ و...به عنوان یـک دسـته و بـا یـک قانون در نظر گرفته شده اند . بنا براین از هر دسته یا جفت به غیر از یک شیروانی بقیه حذف می شوند. نتایج حاصل از این بررسی در جدول ۴ درج شده است.

جدول۱- مشخصات شرطی در ارزیابی میزان خطر گسیختگی در شیروانی‌ها

مشخصات شرطی	دسته بندی موارد خاص	سطح میزان خطر
الف- خاکبرداری شیبها به منظور احداث راه	۱- خاکبرداری در خاک ناپایدار با ضخامت زیاد ۲- خاکبرداری دربستر سنگی با هوازدگی شدید ۳- خاکبرداری دربستر سنگی با هوازدگی کم	b c d
ب- تغییر شکل مقاطع عرضی شیبها	۱- بیش از اندازه ۲- نواحی هموار در ناحیه بالای شیب ۳- نواحی تغییر شیب به سمت بالا و پایین ۴- مواردی غیر از موارد فوق	a b c d
ج- توپوگرافی زمین در بالای شیب	۱-تقعر ۲-هموار ۳-برآمدگی (تحرب)	b c d
د- علائم گسیختگی	۱- علائمی نظیر نشست، ترک و جابجایی ۲- عدم وجود	a d
ه- خاکهای ناپایدار نظیر خاکهای ریزشی	۱-با ضخامت زیاد ۲-باضخامت کم ۳-عدم وجود	a c d
و- نواحی گسیختگی	۱- نواحی وسیع گسیختگی ۲- وجود تعدادزیادی از نواحی گسیختگی ۳- وجود تعداد کمی از نواحی گسیختگی ۴- عدم وجود	a b c d
ز- صخره سنگهایی که به شدت دچار هوازدگی و فرسایش شده اند	۱- نواحی هوازدگی شدید و با توپوگرافی مقعر ۲- هوازدگی و فرسایش شدید ۳- عدم وجود آثار فرسایش و وهوازدگی	a c d
ح- فرو رفتگی های دره مانند در شیب	۱- دهانه فرورفتگی در بالای جاده می باشد ۲- پوشش یا خاک هوازده در ناحیه فرو رفتگی ۳- فرو رفتگی های دره مانند ۴- عدم وجود	a b c d
ط- آبراهه	۱- وجود آبراهه ۲- عدم وجود	b d
ی- مسدود شدن(حبس شدن)آب	۱ - مقدار زیادی آب مسدود گردیده ۲- تراوش آب مسدود شده ۳- عدم وجود	b c d
ک- گرادیان شیب	۱- بیش از اندازه ۲- بالای ۳۵ ۳- بین ۲۵ تا ۳۵ ۴- زیر ۲۵ سال	a b c d
ل- نواحی مسدود	۱- وجود نواحی مسدود ۲- عدم وجود	b d

جدول۲- اطلاعات مشاهده ای برای تشخیص سطح میزان خطر گسیختگی

شیبها	مشخصات شرطی												سطح میزان خطر
	الف	ب	ج	د	ه	و	ز	ح	ط	ی	ک	ل	
S۱	۲	۳	۳	۱	۱	۲	۱	۴	۱	۳	۲	۲	A
S۲	۱	۴	۲	۱	۱	۲	۱	۴	۲	۳	۲	۱	A
S۳	۱	۴	۲	۱	۱	۲	۱	۴	۲	۳	۲	۱	A#
S۴	۳	۴	۳	۱	۲	۴	۳	۴	۲	۳	۲	۲	C
S۵	۱	۴	۱	۲	۲	۴	۲	۳	۱	۱	۲	۲	B
S۶	۱	۴	۱	۲	۲	۴	۱	۴	۲	۱	۲	۱	A
S۷	۱	۴	۱	۱	۱	۴	۲	۳	۲	۳	۲	۲	B
S۸	۳	۳	۱	۲	۲	۴	۳	۴	۱	۳	۳	۲	C
S۹	۳	۳	۳	۲	۲	۴	۳	۴	۲	۳	۲	۲	C
S۱۰	۳	۳	۲	۱	۱	۳	۳	۴	۲	۳	۲	۲	B
S۱۱	۳	۳	۱	۲	۱	۴	۳	۳	۲	۳	۳	۲	B
S۱۲	۱	۳	۲	۲	۱	۴	۳	۴	۲	۳	۲	۲	C
S۱۳	۱	۳	۲	۲	۱	۳	۳	۴	۱	۳	۲	۲	B
S۱۴	۳	۳	۱	۱	۱	۴	۳	۳	۲	۲	۴	۲	B
S۱۵	۱	۴	۳	۲	۱	۴	۳	۴	۲	۱	۲	۲	B
S۱۶	۳	۴	۲	۲	۱	۴	۳	۴	۲	۱	۲	۲	C
S۱۷	۳	۴	۱	۲	۱	۳	۲	۴	۱	۳	۴	۲	B
S۱۸	۱	۳	۲	۲	۱	۴	۳	۴	۲	۲	۲	۲	B
S۱۹	۳	۳	۱	۲	۱	۴	۳	۳	۲	۳	۲	۲	B
S۲۰	۳	۳	۲	۲	۱	۴	۳	۴	۲	۳	۴	۲	C
S۲۱	۳	۴	۱	۱	۱	۳	۳	۳	۲	۳	۴	۲	B
S۲۲	۳	۴	۱	۱	۱	۳	۲	۳	۲	۳	۴	۲	B
S۲۳	۳	۴	۲	۲	۲	۴	۲	۴	۲	۳	۳	۲	C
S۲۴	۳	۴	۲	۲	۲	۴	۲	۴	۲	۳	۲	۲	C#
S۲۵	۱	۲	۳	۱	۱	۳	۱	۴	۲	۱	۲	۲	A
S۲۶	۱	۳	۱	۲	۱	۳	۱	۴	۲	۳	۲	۲	A
S۲۷	۳	۳	۲	۲	۱	۴	۲	۲	۲	۳	۳	۱	B
S۲۸	۳	۴	۳	۲	۲	۳	۳	۴	۲	۳	۲	۲	C
S۲۹	۲	۲	۲	۲	۱	۴	۲	۴	۲	۲	۲	۲	B
S۳۰	۱	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۴	۳	۳	۲	۲	A

جدول ۳- حالتهای ترکیب مشخصات شرطی

حالت ها	مشخصات شرطی					
یک	ج	د	و	ح	ی	
دو	ه	و	ز	ح	ی	
سه	ج	ه	و	ز	ی	
چهار	ج	ه	و	ح	ی	
پنج	ج	و	ز	ح	ی	
شش	ب	و	ز	ح	ی	
هفت	الف	و	ز	ح	ی	
هشت	ب	ج	و	ح	ی	
نه	الف	ج	و	ح	ی	

کاهش دسته بندیهای مشخصات شرطی

در مرحله آخر لازم است دسته بندیهای مشخصات شرطی جدول (۴) بررسی گردد. بدین منظور دسته های هریک از مشخصات شرطی یکی پس از دیگری برداشته شدند تا بررسی شود که آیا تناقض ایجاد می گردد یا خیر.

اگر دسته های یک مشخصه شرطی برای یک شیب در جدول تصمیم گیری حذف گردند و تناقض بوجود آید ثابت می شود که این دسته در تشخیص شیروانی دارای اهمیت می باشد. در غیر اینصورت در تشخیص بی اهمیت است. به عنوان مثال هنگامی که دسته شماره ۲ از مشخصه شرطی (و) برای شیب $S_۲$از جدول (۴) حذف گردد، جدول تصمیم گیری جدیدی را می توان بدست آورد. در این جدول به شیب$S_۲$ ، شماره های۲و۱و۴و۳ در ستونهای شرایط ویژه (ج)،(و)،(ح) و(ی) نسبت داده شده و سطح میزان خطر A تشخیص داده شده است. در حالیکه به شیب.$S_{۱۰}$ با همان شماره ها و در ستونهای یکسان ، همان مشخصات شرطی نسبت داده شده ولی سطح میزان خطرB تشخیص داده شده است. بنابراین بین قوانین تصمیم گیری شیروانی های $S_۲$ و $S_{۱۰}$ که با علامت (#) نشان داده شده اند تناقض بوجود آمده

و ایـن ثابـت مـی کند که دسته شماره ۲ از مشخصه شرطی (و) برای شیب $S_۲$ ، در تشـخیص ایـن شیب مهم بوده و لذا نمـی تـوان آنـرا حـذف نمـود. با برداشتن دسته ها یکی پس از دیگری مطابق آنچه در بالا ذکر شد، جدول تصمیم گیری جدیدی بدست می آید. با وجود اینکه خیلی از دسته ها برداشته شدند در این جدول هیچ تناقضی وجود ندارد و قادر است همانند جدول (۴)، عمل تشخیص را انجام دهد. بعـلاوه، در این جـدول دو شیـب $S_۱$و $S_۲$ شیـبهای گـروه $S_۵$ ، $S_۷$، $S_{۱۲}$ ، $S_{۱۹}$ ، $S_{۲۲}$ و... یکـی در نظـر گرفـته شـدند و از یک قانون تبعیت می کنند و برین اساس از هر جفت یا هر دسته همه شـیبها بجـز یکی حذف گردیدند تا جدول جدیدی همانند جدول (۵) بدست آید. در این جدول هیچ مشخصه شرطی و یا دسته قابل حذفی که تناقض ایجاد نکند وجود ندارد و« کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری » نامیده می شود.

ارزیابی کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری

در شـکل (۱) فراوانـی ظاهـری مقادیـر مـندرج در جدول (۴) در مورد هر یک از مشخصات شرطی مربوط به تعیین کوتاهتریـن الگوریـتم تصـمیم گیری تشریح شده در بالا، نشان داده شده است. مشخصه شرطی(و) برای تمامی حالات در الگوریـتم تصـمیم گیری لازم است و لذا فراوانی ظاهری آن ۹ می باشد. از طرف دیگر مشخصه شرطی(د) تنها برای اولین حالت کوتاه ترین الگوریتم تصمیم گیری لازم است و لذا فراوانی ظاهری آن ۱ است.

اگر مشخصات شرطی را به ترتیب مقادیر فراوانی ظاهری مرتب نماییم ، ترتیب آنها بصورت زیر خواهد بود:

(و)- نواحـی گسـیخـتـگی ، (ی) - مسـدود شـدن (حـبس شـدن) آب ،(ح)- فـــرو رفتـــگـی هـای دره مـانـند در شیـبها،(ج) تو پو گرافی زمین در بالای شیب و (ز) – صخره سنگهایی که به شدت دچار هوازدگی و فرسایش شده اند.

جدول ۴- جدول تصمیم گیری تحت مشخصات شرطی حالت یک

شیبها	مشخصات شرطی					سطح میزان خطر
	الف	د	و	ح	ی	
$S_۱$	۳	۱	۲	۴	۳	A
$S_۲$	۲	۱	۲	۴	۳	A#
$S_۴$	۳	۱	۴	۴	۳	C
$S_۵$	۱	۲	۴	۳	۱	B
$S_۶$	۱	۲	۴	۴	۱	A
$S_۷$	۱	۱	۴	۳	۳	B
$S_۸$	۱	۲	۴	۴	۳	C
$S_۹$	۳	۲	۴	۴	۳	C
$S_{۱۰}$	۲	۱	۳	۴	۳	B#
$S_{۱۳}$	۲	۲	۳	۴	۳	B
$S_{۱۴}$	۱	۱	۴	۳	۲	B
$S_{۱۵}$	۳	۲	۴	۴	۱	B
$S_{۱۷}$	۱	۲	۳	۴	۲	B
$S_{۱۸}$	۲	۲	۴	۴	۱	B
$S_{۱۹}$	۱	۲	۴	۳	۳	B
$S_{۲۳}$	۱	۱	۳	۳	۳	C
$S_{۲۳}$	۲	۲	۴	۴	۳	A
$S_{۲۵}$	۳	۱	۳	۴	۱	A
$S_{۲۶}$	۱	۲	۳	۴	۳	A
$S_{۲۷}$	۲	۲	۴	۲	۳	B
$S_{۲۸}$	۳	۲	۳	۴	۳	C
$S_{۲۹}$	۲	۲	۴	۴	۲	B

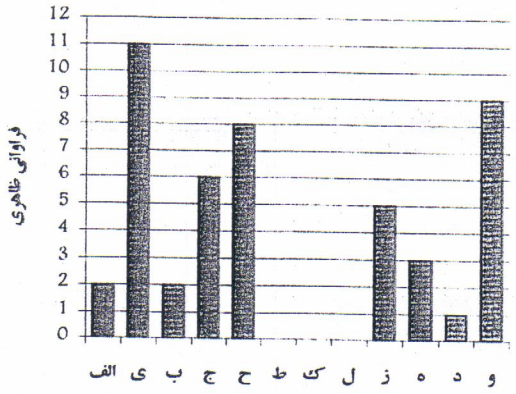
مشخصـه شـرطی(و) بـه سـابقه شیروانی بر می گردد. برای دو شیروانی مجاور هم، می توان توپوگرافی زمین و شرایط خـاک را یکسـان در نظـر گرفت مگر اینکه تفاوت خیلی زیادی بین ساختار ژئولوژیکی شیبها وجود داشته باشد . بر همین اسـاس اگـر یک ناحیه گسیختگی در نزدیکی شیب وجود دارد، باید خطر گسیختگی شیب را در سطح بالا(زیاد) در نظر گـرفت.

ناحـیه ای کـه در آن تغیـیرات جزئی بین خطوط تراز وجود دارد و یا ناحیه ای که در آن نوع رویش گیاهان با نواحی اطـراف مـتفاوت اسـت، نشـانه هایـی بـرای گسیختگی شیب می باشند (Okuzon1986) بنابراین مشخصه شرطی (و) در بررسـی سـابقه گسیختگی یکی از مهمترین شرایط ویژه برای تشخیص سطح میزان خطر گسیختگی شیب است، مشخصه شـرطی(ی) مرتـبط بـا حـبس شدن آب می باشد. با توجه به اینکه گسیختگی شیب اغلب در اثر بارشهای شدید موضعی بوجود می آید، آبهای ناشی از باران و زهکشی یکی از مهمترین مشخصات در گسیختگی شیب‌ها هستند .

هر یک از شرایط ویژه (ح)، (ج) و (ز) دسته یا دسته هایی برای توپوگرافی و یا زمین جمع کننده در بالای شیبها می باشند. ازمدت ها پیش توپوگرافی ای که درآن آبهایی نظیر آب حاصل از بارندگی وآبهای حاصل اززهکشی درناحیه ای بالای شیروانی جمع می گردند، به عنوان یک مشخصه شرطی در نظر گرفته می‌شده است (Okuzono 1986) بنابراین

جدول ۵- کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری در حالت یک

شیبها	مشخصات شرطی					سطح میزان خطر
	ج	د	و	ح	ی	
S_2	-	-	۲	-	-	A
S_4	۳	-	۴	-	۳	C
S_6	۱	-	-	۴	۱	A
S_{13}	۲	-	۳	-	-	B
S_{15}	۳	۲	-	-	۱	B
S_{17}	-	۲	-	-	۲	B
S_{18}	۲	-	-	-	۱	B
S_{22}	-	-	-	۳	-	B
S_{23}	-	-	۴	۴	۳	C
S_{25}	-	۱	-	-	۱	A
S_{26}	۱	-	۳	۴	۳	A
S_{27}	-	-	-	۲	-	B
S_{28}	۳	۲	-	-	۳	C
S_{29}	۲	-	-	-	۲	B



شکل ۱- فراوانی ظاهری مشخصات شرطی

مشخصات شرطی (ی)،(ح)،(ج)و(ز) که همگی به عبور آب مربوط می شوند را می توان از مشخصات شرطی مهم در تشخیص سطح میزان خطر گسیختگی شیب به شمار آورد.

اهمیت مشخصات شرطی بدست آمده در کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری می تواند به راحتی و به کمک قوانین شرطی و با استفاده از سیستم متخصص (Expert system) ارزیابی گردد. تعداد کل شرایطی که باید مورد بررسی قرار گیرند در ۱۴ قانون حالت یک ۳۲ شرط می باشد . نتایج این ارزیابی نشان می دهد که ساخت یک سیستم متخصص بر مبنای کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری بدست آمده از تئوری rough set،امکان استفاده بهتر از معلومات و تصمیم گیری سریعتر را فراهم می سازد.

نتیجه گیری

مهمترین نتایج بدست آمده از تحقیقات انجام شده در این پژوهش به شرح زیر است:

۱. کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری را می توان با استفاده از نتایج گسیختگی شیب توسط کارشناسان و مشخصات شرطی مهم در تشخیص تهیه نمود. این مشخصات شرطی تابعی از عواملی نظیر مسدود شدن(حبس) آب، وجود زمین‌های با توپوگرافی مقعر در بالای شیبها، و سابقه گسیختگی در شیبها هستند که از مدتها پیش مورد اهمیت قرار گرفته اند.

۲. مشخصات شرطی ضروری و لازم برای کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری همان مواردی بودند که از زمانها پیش دارای اهمیت بوده‌اند. بنابراین، مشخصات شرطی ای که بیشتر مورد اهمیت قرار می گیرند را می توان با استفاده از کوتاهترین الگوریتم تصمیم گیری و با استفاده از نتایج تشخیص مهندسان شناسایی نمود و مهارت فنی انها را مورد ارزیابی قرار داد.

۳. جدول تصمیم گیری تعیین می کند که تحت یک شرایط خاص چه تصمیمی باید گرفته شود. تقریباً تمام مسائل تصمیم گیری را می توان با چنین جداولی فرموله نمو د.

۴. با هر بار حذف یک یا چند مشخصه شرطی در یک جدول تصمیم گیری و بررسی اینکه آیا تناقض بوجود خواهد آمد یا خیر می توانیم ارزیابی نماییم که آیا مشخصه یا مشخصات ویژه فوق در تشخیص اهمیت دارند یا خیر.

۵. از آنجا که نظریه(rough set) بیانگر آن است که چگونه می توان مجموعه مشخصات تصمیم گیری را به صورت مجموعه ای از جفت های مشخصات شرطی و دسته هایی طبقه بندی نمود، می توان آن را به عنوان روشی برای استخراج اطلاعات از موارد شناخته شده و علائم موجود در کارهای مربوط به مهندسی عمران مورد استفاده قرار داد.

مراجع

Editorial Department of execution technique, (1972). "Total of recently torrential rain", *Execution Technique, vol .5.*

Expressway Investigation Board, (1977). "study on investigation method in preventing landslide and slope failure".

Ishikawa, Y., Furuzeki, J., Sasaki,Y., et al., (1995). "Soil attack -- Soil disaster", *Geotechnical note.*

Kobashi, S., (1995). "problems in classifying the danger levels of slope failur", *J. of landslide, Vol.10,NO.3.*

Ministry of Construction (sand arrestation section), (1983). "Manual of countermeasure works for slope failure", *Conference of landslide and slope failure.*

Nishi, K., Furukawa, K., Nakagawa, K., (1992). "An evaluation system for slop – failure possibility factors using fuzzy set theory", *J. of Japan society of civil engineers, No. 445/III-18 .*

Okimura, T., Hirokane, M. et al., (1992). "Diagnosis of the slope - failure danger levels based of fuzzy expert system", *Kansai branch of Japan society of civil engineers .*

Okimura, T., Ichikawa, R., (1995). "prediction method of the slope - failure danger levels based on the numerical topographic features model", *J. of Japan society of civil engineers, Vol . 358.*

Okuzono, S., (1986). "One hundred point in preventing soil disaster", Association of Kajima pub.

Pawlak, Z., (1991). "Rough sets -- Theoretical aspects of reasoning about data", Kluwer Academic pub.

Suzuki, M., et al., (1995). "Dangerous rainfall which soil disaster may be happened", *J. of new erosion contorol, Vol.110.*

Takei, A ., Kobashi, S., Nakayama, M., et al., (1993). "Landslide,slop failure and debris flow -- prediction and countermeasures", Association of Kajima pub.

Terano,K., Asai, K., Sugano, M., (1987). "Introduction to fuzzy system", Ohmu pub.

Ziarko, W., (1994). "Rough sets, fuzzy sets and knowledge discovery", Springer Verlag.