

**HƏŞTÇİN ZONASINDAKI SÜRÜŞMƏLƏRƏ TƏSİR EDƏN
FAKTORLARIN ROLUNUN FƏRQLƏNDİRİCİ ANALİZ METODU
İLƏ MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ VƏ ONLARIN BAŞ VERMƏSİNİN
PROQNOZU (ŞmQ İRAN)**

R.TƏLAYİ DULAQ
Bakı Dövlət Universiteti
rztala@yahoo.com

Məqalədə mövcud aerofotoşəkillərə və əldə edilən məlumatlara əsasən regiondakı sürüşmələr ayrılıb onların enişliyi, istifadə növü, sahəsi və yayılması, il boyu düşən yağıntıların miqdarı, çayların və yolların uzunluğu, binaların sahəsi kimi məlumatları əhatə edən 1:50000 miqyaslı xəritəsi hazırlanmışdır. Kompüter proqramlarından istifadə etməklə fərqləndirici metodu ilə statistik tədqiqat aparılmışdır. Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, enişliklərdə baş verən hərəkətlər təsiredici amillərin növündən asılı olaraq bir-birindən fərqlənirlər və bu fərqlərin miqdarı təsiredici faktorların növündən asılıdır. Bu əsasda amillər qruplaşdırılıb və sürüşmələr proqnozlaşdırılmışdır.

Giriş

Sürüşmələr dağlıq ərazilərin təbii və qeyri-təbii sərvətlərinə çoxlu ziyan vuran ən mühüm təbii təhlükələrdən biridir (Guariguata, 1990; Walker, 1996; Iida, 1999; Zhou və b., 2003; Wang və b., 2006). Bu ziyanların məbləği hər il dünyada neçə milyard ABŞ dollarına başa gəlir, yüzlərlə adam isə bədən xəsarəti alır (Aleotti, Ghowdhury, 1999; Yesilnacar, 2005). İranda yüksəklikləri və dağlıq ərazilərində də hər il sürüşmələrin nəticəsində çoxlu miqdarda ziyanlar əmələ gəlir. Bu hadisələr haqqında rəsmi statistik məlumatlar olmasa da bir sıra qeyri-rəsmi hesabatlar il ərzində birbaşa dəymiş ziyanın 500 milyard riyal səviyyəsində olduğunu göstərir (Koməkəpənah, 1994). Tədqiqata cəlb etdiyimiz regionda sürüşmələrdən dəyən illik ziyanın məbləği müəyyənləşdirilməmişsə də həmin hadisələrin yaşayış binalarına, yollara, əkin sahələrinə, bağlara, meşəliklərə vurduğu ziyan, torpaq təxribatı, yeni çöküntülərin əmələ gəlməsi, birbaşa və dolayısı yollarla törədilən ziyanların nə dərəcədə olduğunu təxmin etmək olar (Məhdəvifər, 1997). Bu kimi ziyanların qarşısını almaq və ya onları minimuma endirmək üçün sürüşmələr nəzarət altına alınmalı və stabilləşdirilməlidir. Bu da sürüşmələrə səbəb olan amillərin və onların təsir mexanizminin düzgün və hərtərəfli öyrənilməsinə tələb edir (Knappen və b., 2006). Bundan əlavə amillərin təsirinin dəqiq öyrənilməsi ilə zonanın digər ərazilərində də sürüşmələrin baş vermə ehtimalını təyin etmək olur. Sürüşmələrə səbəb olan amillərin müəyyənləşdirilməsi və onların yamac hərəkətlərinin növü ilə əlaqələrinin təhlili üçün istifadə olunan metodlardan biri də statistik metodlardır. Bu tədqiqatın əsas məqsədi də fərqləndirici təhlildən istifadə edib müxtəlif faktorların

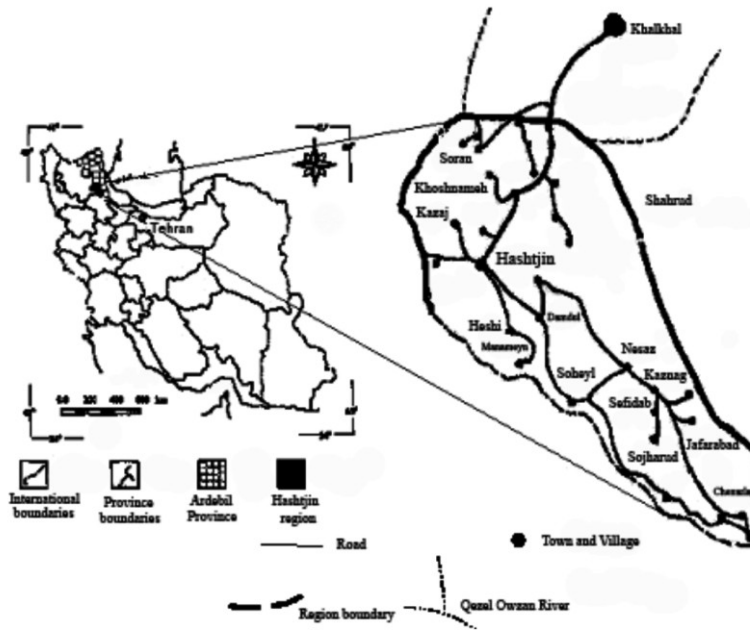
rolunu təyin etmək və yamacların şəraiti əsasında sürüşmələrin gələcəkdə baş verməsini qabaqcadan müəyyənləşdirməkdir.

Tədqiqatın qısa tarixi və metodikası

Sürüşmələr və onlara səbəb olan amillərə dair bir çox tədqiqatlar aparılmışdır. Onlardan Ənsari və Bulurçianın, “Xalxal sürüşmələrinin ümumi xüsusiyyətləri” (1995), Nikəndiş və Mirsaneyinin “Ərdəbil vilayətindəki sürüşmələrə bir baxış” (1995) adlı tədqiqatları qeyd etmək olar. Bunlardan əlavə Haşimi Təbatəbayi, region sürüşmələrinə təsir edən amilləri öyrənərək Mora və Varson Modeli əsasında ərazinin təhlükə dərəcəsini qiymətləndirmişdir (1998). Məhdəvifər (1977) və Uromeihy, Məhdəvifər (2000) Xürüşrüstəm zonasındakı (Həştçin məntəqəsi) sürüşmələrin səbəblərini araşdıraraq faiz metodu əsasında 1:250000 miqyaslı təhlükə dərəcələrini göstərən xəritə hazırlamışlar. Sürüşmə amillərinin müəyyənləşdirilməsi və onların baş verəcəyini proqnozlaşdırma metodlarından biri riyazi və statistik metodlardır. Çox dəyişkənli statistik metodlar Jibson və Keefer (1988); Pike (19880; Carrara (1989); Anbalagan (1992); Maharaj (1993) və Fatimi Əqda və b. (2003) tərəflərindən istifadə olunmuş və əldə olunan nəticələr əsasında təhlükə dərəcələrini göstərən xəritə hazırlanmışdır. Bu haqda aparılan tədqiqatlar göstərir ki, sürüşmələrə təsir edən faktorların rolunun müəyyənləşdirilməsi təhlükəli zonaları müəyyənləşdirmək, sürüşmələrin ərazinin digər yerlərində gələcəkdə baş verməsini proqnozlaşdırmaq və ziyanların qarşısını almaq üçün əsas əhəmiyyətə malikdir. Tədqiqatçıların çoxu statistik, özəlliklə çox dəyişkənli statistik metodu əlverişli hesab edirlər. Buna görə də, tədqiqatımızın əsas məqsədi statistik fərqləndirici metoddan istifadə edərək region sürüşmələrindəki faktorları öyrənmək və onların hər birinin təsir dərəcəsini müəyyənləşdirməkdir. Regionda həmin amilləri öyrənməklə başqa regionlarda ilk baxışda stabil görünən yamaclarda sürüşmələrin baş verəcəyini bəri başdan proqnozlaşdırmaq və qarşısını almaq mümkündür.

1057 km² sahəsi olan Həştçin zonası Xalxal regionunda (coğrafi mövqeyi, şərqə uzunluğu 48° 14"-dən 48° 44"-ə gədər və şimali enliyi 37° 06"-dən 37° 32"-ə qədər) yerləşir (şəkil 1). Bu sahənin 13%-də sürüşmələr baş verib və verməkdədir (Məhdəvifər, 1997). Tədqiqatı aparmaq üçün 1:250000 miqyaslı Bəndərənəzəli geoloji, 1:50000 miqyaslı topoqrafik xəritələrdən, 1:20000 miqyaslı aerofoto şəkillərdən, eləcə də çöl işlərinin materiallarından istifadə edərək 1:50000 miqyaslı sürüşmə xəritəsi hazırlanmışdır. Xəritədən və çöl materiallarından istifadə edərək ərazi haqqında böyük əhəmiyyət kəsb edən məlumat bazası hazırlanmışdır.

Bu məlumatlar aşağıdakılardan ibarətdir: 1 - litoloji; 2 - qırılmalarla region arasındakı məsafə; 3 - enişlərin meyl dərəcəsi 4 - enişliyin istiqaməti 5 - bitki örtüyü; 6 - çayların uzunluğu; 7 - yol şəbəkələrinin uzunluğu; 8 - binaların sahəsi; 9 - illik yağıntı miqdarı. Bütün bu xəritələr GIS proqramları vasitəsilə 625 km² vahidlərə bölünmüşdür. Sürüşmələrin sahəsi hər bir vahiddəki (625 km²) amilin müxtəlif dərəcələrinə əsasən ölçülmüşdür, əldə edilmiş rəqəmlər matrisa formasında “Spss” kompyuter proqramının məlumat faylına verilmişdir. Statistik təhlil analitik proqnoz metodu əsasında aparılmışdır. Bu statistik metoddan istifadə etməklə sürüşmələrə səbəb olan amillərin təsir dərəcəsi müəyyənləşdirilmişdir.



Şək. 1. Regionun Ərdəbil vilayətindəki yeri.

Kriteriya dəyişkənin miqdarını praqnozlaşdırmaq üçün reqresor dəyişkənlərin miqdarından (Litologiya, topografiya, bitki örtüyü, çayların və yolların uzunluğu, illik yağıntı, tikintilərin sahələri, kanalizasiya və s. kimi xassələr) istifadə edilir və buna əsasən reqresiya metodundan istifadə olunur. Əgər kriteriya dəyişkən kəmiyyət nəzərə alınmazsa, eləcə də müəyyən sahənin yüksək və aşağı sürüşmə ehtimalı qruplara aid olması məqsəd götürülsə, onda diskriminant analizi metodundan istifadə olunur. Belə olduqda reqresor dəyişkənlər kəmiyyət, kriteriya dəyişkənliyi isə keyfiyyət xarakterinə malik olmaqla sahənin sürüşmə qrupa malik olub-olmaması müəyyənləşir. O, aşağıdakı funksiya ilə hesablanır:

$$D = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p$$

D- fərqləndirici funksiya və ya kriteriya dəyişkən; β_p - fərqləndirici əmsallar və X_p - reqresor dəyişkənlər və ya amillər.

Müəyyən sahəli vahidlərdə sürüşmənin baş verib verməməsini bu fərqləndirici funksiya ilə təyin etmək olur və bu əsasda vahidlərin qruplaşdırılma qabiliyyətinin effektivliyini təyin etmək üçün "vilks lambda" adlı (Wilks'Lambda, Λ ya λ) statistik parametrdən istifadə edilir. Məlumatlar sürüşmə potensialına malik olub və ya olmayan quruplardakı müxtəlif təsir dərəcəli faktorların sahə miqdarını təyin edir. Burada qarşıya belə bir sual çıxır ki, hər amilin qrupunu və sahə miqdarını öyrənməklə müəyyən nöqtədə və ya kvadrat vahidində (konkret ölçüyə malik olan kvadrat) sürüşməsi baş verib-verməyəcəyini praqnozlaşdırmaq olarmı? Bu suala cavab vermək üçün asılı dəyişkən xarakterli sürüşmələrin baş verib-verməməsi, eləcə də hər bir şəbəkə kvadratında müstəqil dəyişkən xarakterli hər bir amil qrupunun sahəsi nəzərə alınır və fərqləndirici (diskriminasiya) analizi addım-addım metodu ilə həyata keçiri-

lir. Statistik analizə başlayarkən müstəqil dəyişənlərin hər biri üçün qruplaşma (sürüşmənin baş verib-verməməsinin) dəyişənlərin orta qi-mətlərinin arasındakı mənalı fərqləri sübut etmək olar.

Alınan məlumatların müzakirəsi

Ng^c , Ng^{1g} , E^5 , E^{5r} , E^4 geoloji elementlər, cənub və cənub-qərb isti-qamətli yamaclar, 5%-dən az olan enişliklərdən başqa bütün amillər sürüşmələrin baş verib verməməsini mənalı qi-mətlərlə fərqləndirir (cədvəl 1). Belə ki, hər kvadrat vahidində ($625 m^2$) sürüşmənin baş verib verməməsi təsiredici amillərin qrup növünün təsirinə məruz qalır.

Cədvəl 1

Faktorların kriteriya dəyişəni əsasında mənalı fərqlənməsinin test nəticəsi

Müstəqil dəyişənlər		λ	F	df1	df2	Sig.
Yol şəbəkələrinin və çayların uzunluğu		0.981	84.519	1	4453	0.00
İllik yağıntı miqdarı		0.996	19.083	1	4453	0.00
Sürüşmələr ilə qırılmaların məsafəsi		0.993	33.093	1	4453	0.00
Binaların sahəsi		0.998	8.735	1	4453	0.003
Litologiya	Q^f	0.992	37.197	1	4453	0.00
	Ng^c	1.000	1.484	1	4453	0.223
	Ng^2	0.995	23.452	1	4453	0.00
	Ng^1	0.933	319.655	1	4453	0.00
	Ng^{1g}	1.000	1.919	1	4453	0.166
	E^5	1.000	1.711	1	4453	0.191
	E^{5r}	1.000	.903	1	4453	0.342
	E^4	1.000	1.938	1	4453	0.164
	E^3	0.995	21.554	1	4453	0.00
	E^{2al}	0.997	13.153	1	4453	0.00
	E^{2a}	0.974	118.472	1	4453	0.00
	E^{1k}	0.987	59.477	1	4453	0.00
	P^{Cc}	0.999	4.277	1	4453	0.039
	P^{eC}	0.996	19.664	1	4453	0.00
	a	0.941	279.619	1	4453	0.00
b	0.993	30.168	1	4453	0.00	
Enişliklərin istiqaməti	Düzənlik və ya müəyyən istiqaməti olmayan yamaclar	0.985	65.532	1	4453	0.00
	Şimal	0.999	2.735	1	4453	0.098
	Cənub	0.999	2.373	1	4453	0.124
	Şərq	0.998	8.241	1	4453	0.004
	Qərb	0.994	26.920	1	4453	0.00
	Şimal-şərq	0.989	50.263	1	4453	0.00
	Şimal-qərb	0.998	9.542	1	4453	0.002
	Cənub-Şərq	0.999	5.751	1	4453	0.017
Cənub-qərb	1.000	.392	1	4453	0.531	
Enişliklərin meyl dərəcəsi	0-5%	1.000	.002	1	4453	0.963
	5-10%	0.983	75.982	1	4453	0.00
	10-20%	0.980	90.419	1	4453	0.00
	20-30%	0.999	3.894	1	4453	0.049
	30-60%	0.965	162.112	1	4453	0.00
> 60%	0.984	74.010	1	4453	0.00	
Bitki örtüyü	Əkin sahələri	0.973	124.626	1	4453	0.00
	Bağ	0.997	11.621	1	4453	0.001
	Meşə	0.987	58.985	1	4453	0.00
	Otlaq	0.997	14.887	1	4453	0.00

İzahat: Yuxarıdakı cədvəldə, Q^t – Allüvial və antropogendə əmələ gələn yeni çöküntülər; Ng^c – Qalın qatlı konqlomeratlar; Ng^2 – Konqlomerat, qumdaşı və gillə zəngin süxurların növbələşməsi; Ng^1 – gil və gilcə süxurları; Ng^{1g} – qırmızı və sarı araqonit diyircəkli gipsli gil süxurları; E^5 – qatı boz-açıq qırmızı rəngdə, bəzən isə oxralanmış andezitlər; E^{5r} – andezit, bazalt və dasit; E^4 – qaraya çalan andezibazalt lavalar və dasit qatları; E^3 – andezit, andezibazalt, dasit və traxit lavalarının növbələşməsi, nazik tuf qatları ilə birlikdə; E^{2al} – qalın qatlı andezitlər; E^{2a} – tufların, andezitin və bazaltların növbələşməsi; E^{1k} – bazalt və andezit qatları ilə ayrılan göy rəngli tuf və tuffitlər; P^{C_c} –qara-tünd boz siltin, qumlu şeyllərin, silttaşının və siltli flitlərin növbələşməsi; P^{C_c} – konqlomeratların, əhəngin və qumdaşlarının növbələşməsi; a – intensiv dəyişmə zonaları (süxurların hidrotermal dəyişməsi nəticəsində meydana gəlmişdir); b – orta və zəif dərəcəli dəyişmə zonaları.

Qeyd edilmiş dəyişkənlər əsasında, fərqləndirici analizin mərhələli metodu 18 mərhələdə həyata keçirilmişdir. 2-ci cədvəldə hər mərhələyə artan dəyişkənlər daxilolma başlığı altında verilmişdir. Bu analizdə sıradan çıxan dəyişkən yoxdur. Mövcud nəticələrə əsasən və asılı dəyişkənlər iki səviyyədə olduğuna görə yalnız bir funksiya proqnozlaşdırılmışdır. 3-cü cədvəl fərqləndirici funksiyası üçün hesablanmış variantın nə qədər mənalı olduğunu göstərir. Bunun üçün Kai-kvadrat (Chi-square) analizindən istifadə edilir. P-miqdar (Sig.) göstərir ki, əldə edilmiş fərqləndirici funksiyası ən yüksək mənalı səviyyədə qurulubdur.

Cədvəl 2

Ən mühüm dəyişkənlərin daxilolma tərtibi

Mərhələ	λ								
	Funksiya daxil edilən faktorlar	Statistik	F	df1	df2	Exact F			
						Statistik	df1	df2	Sig.
1	Ng^1	0.933	1	1	4453.0	319.655	1	4453.0	0.00
2	a	0865	2	1	4453.0	347.925	2	4452.0	0.00
3	Əkin sahələri	0847	3	1	4453.0	267.414	3	4451.0	0.00
4	Yol və çayların uzunluğu	0836	4	1	4453.0	217.601	4	4450.0	0.00
5	30-60%	0.828	5	1	4453.0	184.471	5	4449.0	0.00
6	E^{1k}	0.822	6	1	4453.0	160.392	6	4448.0	0.00
7	Şimal-şərq	0.817	7	1	4453.0	142.686	7	4447.0	0.00
8	b	0.812	8	1	4453.0	128.856	8	4446.0	0.00
9	Ng^2	0.807	9	1	4453.0	118.436	9	4445.0	0.00
10	E^5	0.801	10	1	4453.0	110.295	10	4444.0	0.00
11	Q^t	0.796	11	1	4453.0	103.478	11	4443.0	0.00
12	0-5%	0.793	12	1	4453.0	96.830	12	4442.0	0.00
13	Bağlar	0.790	13	1	4453.0	90.824	13	4441.0	0.00
14	> 60%	0.788	14	1	4453.0	85.500	14	4440.0	0.00
15	Otlaqlar	0.785	15	1	4453.0	80.875	15	4439.0	0.00
16	P^{C_c}	0.784	16	1	4453.0	76.329	16	4438.0	0.00
17	qırılmalarla məsafə	0.783	17	1	4453.0	72.195	17	4437.0	0.00
18	10-20%	0.783	18	1	4453.0	68.486	18	4436.0	0.00

Hər addımda λ -nı minimal həddə endirən dəyişkən verilmişdir. Addımın maksimal qiyməti 80-dir, F-in minimal təsir həddi 3.84-dür. F-in maksimal həddi 2.71-dir.

Cədvəl 3

Fərqləndirici funksiyasının statistikasını

Test edilmiş funksiya	λ	Kai-kvadrat (Chi-square)	df	Sig.
1	0.783	1089.734	18	0.000

4-cü cədvəl quruplararası əlaqələri göstərir. Bu cədvəldə amillərin fərqləndirici əmsalları (β_p) hesablanmış və əldə olunmuş miqdardan da aydındır ki, nəticələnmiş funksiya tərtiblə aşağıdakı elementlərlə əsaslanır: Miosen yaşlı gil qatları, dəyişikliyə uğramış süxurlar, əkinə yarayan yerlər, çayların və yolların uzunluğu, iki və üç sinifli (5-20 faiz) enişliklər, konkret coğrafi istiqaməti olmayan və şimal şərq istiqamətli yamaclar, allüvial və antropogendə əmələ gələn yeni çöküntülər və əsas qırılmalardan məsafəsi; Aşağıdakı elementlərlə isə əks əlaqədədir: beş sinifli (30-60 faiz) enişliklər, aşınmaya uğramamış andezit və bazalt komponentli geoloji vahid, altı sinifli (60 faizdən çox) enişlik, meşəlik sahələr, qərb istiqamətli yamaclar və yağıntıların illik miqdarı.

Analizdən əldə olunmuş fərqləndirici funksiyalardan istifadə etməklə asılı dəyişkəni (bir müəyyən sahəli vahid də sürüşmənin baş verib verməməsini) proqnozlaşdırmaq imkanı coxalır (cədvəl 5). Cədvəldəki rəqəmlərə görə ümumi proqnoz müvəffəqiyyəti 78.1%-dir. Bu, o deməkdir ki, sürüşməsiz regionlar daha düzgün müəyyənləşdirilmiş və vahidlər bölgüsü 80.4 % düzgün olmuşdur.

Cədvəl 4

Fərqləndirici dəyişkənlərlə fərqləndirici funksiyalar arasında qrup daxili əlaqələr

Təsiredici faktorlar	Bir-Funksiya
Ng^1	0.508
a	0.475
30-60%	-0.362
Əkin sahələri	0.317
E^{2a}	-0.297
Yol şəbəkələrinin və çayların uzunluğu	0.261
10-20%	0.257
5-10%	0.248
> 60%	-0.245
Meşəlik	-0.232
E^{1k}	-0.219
Düzənlik, yaxud müəyyən istiqaməti olmayan yamaclar	0.213
Şimal-şərq	0.202
Q^t	0.173
Sürüşmələrlə qırılmalar arasındakı məsafəsi	0.164
Qərb	-0.163
E^3	-0.159
il boyu düşən yağıntıların miqdarı	-0.158
b	0.156
Ng^2	0.138
P^{Cc}	-0.126

E^{2al}	-0.117
Otlaqlar	-0.110
Bağlıqlar	0.097
Şimal-qərb	-0.096
Şimali	-0.063
Cənub-Şərq	-0.059
Binaların sahəsi və çirkab sular üçün qazılan quyuların sayı	0.044
P^{eC}	-0.043
Şərq	-0.040
E^5	0.037
20-30%	0.034
Cənub	0.033
Cənub-qərb	-0.026
E^4	0.012
$Ng1^a$	0.011
E^{5r}	-0.007
0-5%	-0.001
Ng^c	0.000

Sürüşməyə məruz qalmış 317600 kvadrat vahidinin 214400-də sürüşmənin baş verməsi, 103200-də isə baş verməməsi proqnozlaşdırılmışdır. Bu da, o deməkdir ki, fərqləndirici analiz sürüşməyə məruz qalan kvadrat vahidlərin 67.5%-ini düzgün proqnozlaşdırmışdır. Qabaqca dediyimiz kimi, sürüşməsiz kvadratların proqnozununun 80.4%-i təsdiq olunmuşdur.

Cədvəl 5

Fərqləndirici analizin uğur dərəcəsi

Sürüşmələrin baş verib verməmə kodları		Praqnozlaşdırılmış qrupların üzvlük miqdarı		Cəmi
		baş verib	baş verməyib	
Vahidlərin sayı	baş verib	214400	103200	317600
	baş verməyib	286400	1178400	1464800
%	baş verib	67.5	32.5	100.0
	baş verməyib	19.6	80.4	100.0

Qruplaşdırılmanın nəticəsi: orijinal vahidlərin 78.1%-i düz təsnif edilə bilər.

Nəticələr

Aparılmış analiz göstərir ki, yaranmış funksiyadan və bir çox müstəqil dəyişənlərdən istifadə etməklə sürüşmələrin baş verib verməyəcəyini 78.1% proqnozlaşdırmaq olar. Deməli, əldə edilən funksiyanı bu və ya digər oxşar regionlarda sürüşmələrin baş verib verməyəcəyini proqnozlaşdırmaq üçün tətbiq etmək olar. Kompüter proqramlarında, özəlliklə "Spss" proqramında belə bir imkan vardır ki (Kinnear, Gray, 1999), regional xassələri 0.25 km^2 kvadratlarda funksiyaya daxil etməklə sürüşmənin baş vermə ehtimalını proqnozlaşdırmaq olar.

Nəhayət, belə bir nəticə çıxarmaq da mümkündür ki, regionun lito-

loji xüsusiyyəti ən effektiv amildir, digər amillərin effektivliyi isə aşağıdakı tərtiblə nəzərə alınır: əkin sahəsi, çayların eroziya fəaliyyəti, yolların uzunluğu, 5-20 faiz enişli yamaclar, şimal-şərq istiqamətində olan, yaxud müəyyən istiqaməti olmayan yamaclar, qırılmalarla məsafə, bina və digər tikinti və qurğuların sahəsi. Litoloji xüsusiyyətin rolu gil-in artması ilə çoxalır. Regionun yamaclarındakı torpaq gil mineralları ilə zəngin olduqda və rütubət artdıqda su ilə doyur və özəl mexaniki xüsusiyyətə malik olaraq suya qarşı mürəkkəb davranışlar – qabarma, parçalanma və uçulub tökülmə halına gəlir. Ümumiyyətlə, belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, gil minerallı torpağın şişməsi və yığılması 5 dərəcədə az enişlikdə binaların, yolların, bağların və əkin yerlərinin təxribatı, 5 dərəcədə çox enişlikdə isə sürüşmə baş verir. Deməli, gil və uyğun rütubət və topoqrafiya, eləcə də insanın müdaxiləsi sürüşmə ehtimalının artmasına səbəb olur. Gilin belə xüsusiyyəti digər regionlarda da müxtəlif tədqiqatçıların vasitəsilə sübuta yetirilmişdir (Sherard və b., 1997; Gromko, 1974; Hunt, 1984; Shuzui, 2001; Eberhardt və b., 2005). Yeni sürüşmələrin qarşısını almaq və sürüşmə potansiyalına malik olan yamacları stabilləşdirmək üçün ilk növbədə gil-in su ilə doymasına, çayların eroziya vasitəsilə yamacın aşağı hissələrini ovub aparmasına mane olmaq lazımdır. Eləcə də suvarma müddətinə nəzarət etmək və çirkab suların düzgün metodlarla məntəqədən uzaqlaşdırmaq yamacların stabilləşməsinə kömək edə bilər.

ƏDƏBİYYAT

İngilis dilində

1. Aleotti P., Ghowdhury R. Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives // Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 1999, №58, p. 21-44.
2. Anbalagan R. Landslide hazard evaluation and zonation mapping in mountainous terrain. Eng. Geol., 1992, № 32, p. 269-277.
3. Carrara A. Landslide hazard mapping by statistical methods: a "black box" model approach. In: Siccardi F, Bras RL, Eds, Proc., Int. Workshop on Natural Disasters in European-Mediterranean Countries. D. S.Genova, 1989, p. 205-224.
4. Carrara A., Cardinali M., Detti R., Guzzetti F., Pasqui V., Reichenbach P., GIS techniques and statistical models in evaluating landslide hazard. Earth Surf. Processes Landforms, 1991, №16, p. 427-445.
5. Eberhardt E., Thuro K., Luginbuehl, Slope instability mechanisms in dipping interbedded conglomerates and weathered marls- the 1999 Rufi landslide, Switzerland. Engineering Geology. 2005, №77, p. 35-56.
6. Gromko G.J., Review of expansive soils. Journal of the geotechnical engineering, ASCE, 1974, v. 100, №6, p. 667-687.
7. Guariguata M.R., Landslide disturbance and forest regeneration in the Upper Luquillo Mountains of Puerto Rico. J. Ecol., 1990, №78, p. 814-832.
8. Hunt R. E., Geotechnical engineering investigation manual. McGraw Hill, 1984, 896 p.
9. Iida T., A stochastic hydro-geomorphological model for shallow landsliding due to rain-storm. Catena, 1999, №34, p. 293-313.
10. Jibson R.W., Keefer D.K., Statistical analysis of factors affecting landslide distribution in the New Madrid seismic zone, Tennessee and Kentucky. In: Johnson A. M., Burnham C. W., Allen C. R., Muehlberger W., Eds., Richard H. Jahns Memorial Volume, Eng. Geol., 1988, №27, p. 509-542.
11. Kinnear P.R. and Gray C. D., SPSS for Windows made simple., 3rd ed., Hove,UK,: Psychology Press. 1999, 433 p.

12. Knapen A., Kitutu M. G., Poesen J., Breugelmanns W., Deckers J., Muwanga A., Landslides in a densely populated county at the footslopes of Mount Elgon, Uganda, Characteristics and causal factors. *Geomorphology*, 2006, №73, p. 149-165.
13. Maharaj R. J. Landslide processes and landslide susceptibility analysis from an upland watershed: a case study from St. Andrew, Jamaica, West Indies. *Eng. Geol.*, 1993, №34, p. 53-79.
14. Pike R. J., The geometric signature: quantifying landslide terrain type from digital elevation models. *Math. Geol.*, 1988, №20, p. 491-511.
15. Sherard G. I., Dunnigan L. P., Decher R. S., Some engineering problems with dispersive clay. *ASTM STP*, 1977, №623, p. 3-12.
16. Shuzui H., Process of slip-surface development and formation of slip-surface clay in landslides in Tertiary volcanic rocks, Japan. *Engineering Geology*, 2001, №. 61, p.199-219.
17. Uromeihy A., Mahdaviifar M. R. Landslide hazard zonation of the Khorshrostan area, IRAN. *Bull. Eng. Geol. Env.*, 2000, №58, s. 207-213.
18. Walker L.R., Zarin D.J., Fetcher N., Myster R.W., Johnson A.H., Ecosystem development and plant succession on landslides in the Caribbean. *Biotropica*, 1996, №28, p.566-576.
19. Wang C., Esaki T., Xie M., Qui C., Landslide and debris-flow hazard analysis and prediction using GIS in Minamata-Hougawachi area, Japan. *Environ. Geol.*, 2006, №51, p.91-102.
20. Yesilnacar E. and Topal T., Landslide susceptibility mapping: A comparison of logistic regression and neural networks methods in a medium scale study, Hendek region, Turkey, *Engineering Geology*, 2005, №79, p. 251-266.
21. Zhou G., Esaki T., Mitani Y., Xie M., Mori J., Spatial probabilistic modeling of slope failure using an integrated GIS Monte Carlo simulation approach. *Eng. Geol.*, 2003, №68, p. 373-386.

Fars dilində

1. Ənsari F., Bulurçi M.C. Ərdəbil vilayətindəki sürüşmələr. İranın Geoloji Təşkilatı, Tehran: 1995, 46 s.
2. Fətimi Əqda S.M., Qəyyumiyan C., Eşqlifərahani Ə. Sürüşmələrin potensialının təyin edilməsində statistika metodlarının qiymətləndirməsi. *Geosciences (geosayns)*, İranın Geologiya Təşkilatı, Tehran: 2003, v.47, 48, s.28-47.
3. Haşimitəbatəbaeyi S. Ərdəbil vilayətinin bir hissəsində sürüşmələrin təhlükəsi əsasında zonalara bölünməsi. *Bina və Şəhərsalma Nazirliyi*, Tehran: 1998, №1, 2, 72 s.
4. Həqşinas A. Taliqan hövzəsinin sürüşmələri əsasında təhlükə zonalarına bölünməsi və onların çöküntülərinin artması ilə əlaqəsi // Magistr dissertasiyası, Tərbət Müdərriis Universitetinin elmlər fakültəsi, Tehran: 1995, 183 s.
5. Köməkəpənah Ə., Hafizimuqəddəsi N. Sürüşməli ərazilərin təhlükə əsasında rayonlaşdırma metodları. *Seysmologiya, Seysmoloji mühəndislik fakültəsi*, Tehran: 1994, s. 390-414.
6. Məhdəvifər, M., Xalxalin cənub-qərbindəki Xürüsrüstəm sürüşmələrinin təhlükə zonalarına bölünməsi // Magistr dissertasiyası, Tərbət Mudərriis Universitetinin elmlər fakültəsi, Tehran: 1997, 155 s.
7. Nıkəndiş N., Mirsaneyi R. Ərdəbil vilayətindəki sürüşmələrə bir baxış. *Cihad Kəşavərzi nazirliyinin Abxizdari idarəsi*, 1995, 63 s.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ФАКТОРОВ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ОПОЛЗЕНЬ
В ХАШТЧИНСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА
СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА (СЗ - ИРАН)**

Р.ТАЛАИ ДУЛАГ

РЕЗЮМЕ

Используя существующих аэрофотоснимков и полевых данных, выделены ополз-ни и на основе спуска, использование, площади и распространение, ежегодной норме дождей, длину дорог и рек, площади зданий составлена карта в масштабе 1:5000. На основе сравнительного анализа проведены статистические исследования, используя компьютерные программы. Результаты исследований факторов на оползнях показали, что есть существенное различие движений на склонах, в зависимости от воздействующих факторов. На этой основе факторы группированы и прогнозированы оползни.

**STUDY OF EFFECTIVE FACTORS CAUSING LANDSLIDE IN THE HASHTJIN
AREA USING COMPARATIVE ANALYSIS (NORTH-WEST-IRAN)**

R.TALAEI DOLAG

SUMMARY

According to the existing aerial photographs and field consideration data a 1:5000 scaled map reflecting all slope movements and landslides, land use, slope gradient and slope aspect, landslide inventory, distance to major faults, land cover, annual rainfall rate and construction areas has been prepared. With the help of computer programs statistical an investigation has been carried out on the basis of comparative method. The investigations conclude, that there is a significant difference among the types of factors affecting between cells with and without landslides; landslides in this area were found to be influenced by the composition of the rocks, in addition to land use, distance to major faults, slope condition and rivers undercutting. Finally on in the base of these results, landslide events can be anticipated at each of units (625 km²) using «Spss» program.