

## RİYAZI STATİSTİKA ÜSULLARI İLƏ SÜRÜŞMƏ TÖRƏDƏN AMİLLƏRİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ (HƏŞTÇİN REGIONU, ƏRDƏBİL VİLAYƏTİ, İRAN)

R.Təlayi

*Bakı Dövlət Universiteti, Geologiya fakültəsi  
AZ1143, Z.Xəlilov küç., 23*

Ərdəbil vilayətinin cənubunda yerləşən Həştəcin zonasında (şimali-qərbi İran) sürüşmələrlə amillərin kəmiyyət əlaqələri çoxdəyişənli reqressiya metodu vasitəsilə müəyyənləşdirilmişdir. Bu analizi həyata keçirmək üçün 40 dəyişəndən ibarət olan matrisa qurulmuşdur. Reqressiyanın addım-addım irəli gedən metodu əsasında analizdə geoloji, əsas qırılmalara qədər məsafə, enişliyin meyil dərəcəsi və istiqaməti, ərazinin istifadə növü, sürüşmələrin sahəsi və yayılması, il boyu düşən yağıntıların miqdarı, çayların və yolların uzunluğu, binaların sahəsi kimi məlumatlardan istifadə edilmişdir. Reqressiya əmsalları əsasında müəyyən olunmuşdur ki, ərazidə sürüşmələrin baş verməsində ən təsir edici amillər məntəqənin litoloji xüsusiyyətləri və ərazidən istifadə edilmədir. Ən çox sürüşmə hadisəsi miosen dövrünə aid gil və mergel formasiyaları və eosən dövrünə aid hidrotermal dəyişmiş süxurlarda baş vermişdir. Sürüşmələrin 36,75%-i bu formasiya süxurlarında baş veribdir. Statistik əmsal qiymətləri göstərir ki, litoloji və yerdən istifadə amilləri başqa amillərə nisbətən tənliyin quruluşuna daha çox təsir edir. B əsasında yaradılmış reqressiya tənliyinin vasitəsilə Həştəcin zonası yamaclarının sürüşmə hadisələrinə həssaslığı qiymətləndirilmişdir.

### Giriş

İranda Ərdəbil vilayətinin Həştəcin zonası Xalxal regionunda (coğrafi mövqeyi: şərq uzunluq dairəsi  $48^{\circ} 14''$ -dən  $48^{\circ} 44''$ -ə qədər və şimal en dairəsi  $37^{\circ} 06''$ -dən  $37^{\circ} 32''$ -ə qədər) yerləşir (şəkil). Həştəcin zonasının 13% sahəsi sürüşmə və qəza təhlükəsinə məruz qalmaqdadır. Bu tədqiqat işi regionda sürüşmələrə səbəb olan amilləri öyrənmək, əldə olunan nəticələrin köməyi ilə infrastruktur planlarını həyata keçirilmək, kənd təsərrüfatı fəəliyyət sahələrini yaxşılaşdırmaq, torpaq ehtiyatlarını qoruyub saxlamaq, ekoloji problemlərin həlli və digər iqtisadi fəəliyyətlərdə istifadə etmək məqsədi ilə aparılmışdır.

Sürüşmələr və onlara səbəb olan amillərə dair bir çox tədqiqatlar aparılmışdır. Bunlardan Ənsari və Büllurçinin «Xalxal zonasındaki sürüşmələrin ümumi xüsusiyyətləri» (1995), həmin ildə Nikəndiş və Mirsaneyinin «Ərdəbil vilayətindəki sürüşmələrə bir baxış» adlı tədqiqat işlərini göstərmək olar. Haşimi Təbatəbaya 1998-ci ildə region sürüşmələrinə səbəb olan amilləri tədqiq etmiş, Mora və Varson modelindən istifadə edərək təhlükə xəritəsini hazırlamışdır. 2000-ci ildə Urumiyyəyi və Məhdəvifər faza metodu ilə Həştəcin məntəqəsinin 1:250000 miqyaslı təhlükəlik xəritəsini tərtib etmişlər. Sürüşmə amillərinin müəyyənləşdirilməsi və onların baş verəcəyini

proqnozlaşdırmağa imkan verən metodlardan biri də (son 15 il ərzində istifadə olunan metodlardan biri) riyazi statistika metodudur. Çoxdəyişənli statistik metodlar Jibson və Keefer (1988), Pike (1988), Carrara (1989), Carrara və əməkdaşları (1991), Anbalagan (1992), Maharaj (1993), Fatimi Əqda və əməkdaşları (2003) tərəfindən istifadə olunmuş və əldə olunan nəticələr əsasında təhlükə dərəcələrini göstərən xəritələr hazırlanmışdır. Gritzner və əməkdaşları 2001-ci ildə İdahonun Payette River məntəqəsinin Middle Fork hövzəsindəki sürüşmələrə səbəb olan amilləri Kaykvadrat analizindən istifadə edərək öyrənib və bu əsasında sürüşmə təhlükəsinə məruz qalan zonaları müəyyənləşdiriblər. Chung (2006) statistik Kaykvadrat əmsallarından sürüşmələrə səbəb olan amilləri araşdırıb və onların baş verməsini proqnozlaşdırarkən istifadə edibdir. Komac (2006) sürüşmə amillərini multi-variant metodu ilə öyrənib və reqressiya əmsalları vasitəsilə yamacların sürüşmə potensialının müəyyənləşdirməsi üçün bir model təklif edib.

Aparılan tədqiqatlarda sürüşmə amilləri və onların sürüşmənin baş verməsindəki rolu statistik yollar və əsaslı təhlillərlə öyrənilmişdir. Buna görə də təqdim olunan işin əsas məqsədi statistik multi-regressiya metodundan istifadə edərək region sürüşmələrindəki faktorları öyrənmək və onların hər birinin təsir dərəcəsinə müəyyənləşdirməkdir.



Regionun Ərdəbil vilayətindəki yeri

### Material və metodika

#### Tədqiqat aşağıdakı formada aparılmışdır:

- 1:50000 miqyaslı topografiya və 1:20000 miqyaslı hava fotoqrafiyalarından, eləcə də çöl əməliyyatından istifadə edərək 1:50000 miqyaslı sürüşmə areal xəritəsi tərtib edilmişdir. Daha sonra isə həmin xəritə və çöl əməliyyatlarından istifadə edilərək ərazi haqqında müxtəlif və əhəmiyyətli məlumatlar bazası hazırlanmışdır.
- Əslində, bir amil olan hər məlumat qatı cürbəcür xüsusiyyətlərə malikdir. Hər bir xüsusiyyət amilin subklası kimi (dəyişən) nəzərdə tutulur (misal üçün, hər bir enişlik amili haqqında yamacların hər bir enişlik sinifi bir subklas hesab olunmuşdur).
- Xəritələr bərabər sahələrə bölünür və hər bir kvadratı bir hücrə olaraq kodlaşdırılır. Unit hücrəsindəki hər bir amilin xüsusiyyətləri subklas sahəsi olaraq ölçülmüş, matris formasında qeyd edilmiş, əldə olunan matrislər isə statistika methodları

vasitəsilə məlumat faylına verilmiş və Spss kompüter programında analiz edilmişdir.

- Reqressiya hesablamalarında böyükhəcmli məlumatlar iştirak edir. Buna görə də səhv azalır. Asılı dəyişənin miqdarını müəyyənləşdirmək üçün bir sıra müstəqil dəyişənlərdən istifadə olunur (Draper və Smith, 1987).

#### Bir (sadə) və iki dəyişənli reqressiya:

Bu metodda bir asılı, yaxud meyar dəyişənin miqdarı aşağıdakı xətti tənlik vasitəsilə müəyyənləşdirilir:

$$y' = b_0 + b_1(X)$$

Burada:  $y'$  - müəyyənləşdirilmiş  $y$ -ə bərabərdir,  $b_1$  – enişlik, yaxud reqressiya əmsalı adlanır,  $X$ -müstəqil dəyişənlər (proqnozlaşdırılanlar).

#### Coxdəyişənli reqressiya:

Asılı, yaxud meyar dəyişənin ( $y$ ) miqdarı iki və ya bir neçə müstəqil dəyişənlərin miqdarı ( $X_1, X_2, \dots, X_p$ ) vasitəsilə müəyyənləşdirilir. Hesablamanın xətti tənliyi aşağıdakı şəkildədir:

$$y' = b_0 + b_1(X_1) + b_2(X_2) + \dots + b_p(X_p)$$

Burada:  $b_1, b_2, \dots, b_p$  reqressiya əmsalı,  $b_0$  isə reqressiya sabitidir. Bu tənlik  $y/X_1, X_2, \dots, X_p$  soxdəyişənli reqressiya tənliyi adlanır.

#### Reqressiyanın qarşılıqlı əlaqə əmsalları:

Müstəqil dəyişənlərin (proqnozlaşdırılan) əmsalları 2-ci cədvəlin b sütununda verilmişdir. Həmin əmsallardan istifadə etməklə reqressiya tənliyini təxmin etmək olar. Həmçinin b əmsalı dəyişmələrin proqnozlaşdırılmasında istifadə olunur. Cədvəldə standart əmsallar ( $\beta$ ) “beta” kimi göstərilmişdir. Bu əmsalların vasitəsilə müstəqil dəyişənlərin asılı dəyişənlərə təsir dərəcəsini öyrənmək olur. Sonrakı sütunlar t- standart sınağının qiymətlərinə və onların əhəmiyyətli səviyyəsi olan Sig. ya p-miqdara aiddir. Bu da b və  $\beta$  əmsallarının əhəmiyyətini dəyərləndirmək üçün istifadə olunur.

$b_0, b_2, \dots, b_j$  əmsallarının hesablanmasında minimum kvadrat yollarından istifadə edilir.

$$S = [y - (b_0 + \sum_{i=1}^k b_j x_j)]^2 = \min$$

Bu əmsalların hesablanması matrisə əsasında və sistematik formalarda həyata keçirilir. Əldə edilmiş məlumatlar bir  $n \times (K+1)$  matris kimi nəzərdə tutulur və bu  $x$  adlı matrisinin  $(k+1)$  variantı (dəyişən) olur.

$$X = \begin{bmatrix} y_1 & x_{11} & \dots & x_{1k} \\ y_2 & x_{21} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ y_n & x_{n1} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [SP_{yy} = SS_{yy}] [SP_{1y} \dots SP_{ky}] \\ [SP_{1y}] \quad [SP_{11} \dots SP_{1k}] \\ [SP_{2y}] \quad [SP_{21} \dots SP_{2k}] \\ \vdots \quad \vdots \\ [SP_{ky}] \quad [SP_{k1} \dots SP_{kk}] \end{bmatrix}$$

Bu matrisanın ilk sütunu ilk sətərə keçirilib x matrisinə vurulur və xx' əldə edilir

$$X'X = \begin{bmatrix} y_1 & x_{11} & \dots & x_{1k} \\ y_2 & x_{21} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ y_n & x_{n1} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} y_1 & y_2 & \dots & y_n \\ x_{11} & x_{21} & \dots & x_{n1} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{1k} & x_{2k} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i^2 & \sum_{i=1}^n x_{i1}y_i & \dots & \sum_{i=1}^n x_{ik}y_i \\ \sum_{i=1}^n x_{i1}y_i & \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 & \dots & \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{ik} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_{ik}y_i & \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{ik} & \dots & \sum_{i=1}^n x_{ik}^2 \end{bmatrix}$$

Bu matris simmetrik və həmişə müsbətdir. Bundan sonra təshih əmsallarının matrisi hesablanır:

$$xx'-CF = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i^2 & \sum_{i=1}^n x_{i1}y_i & \dots & \sum_{i=1}^n x_{ik}y_i \\ \sum_{i=1}^n x_{i1}y_i & \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 & \dots & \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{ik} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_{ik}y_i & \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{ik} & \dots & \sum_{i=1}^n x_{ik}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{(\sum y_i)^2}{n} & \frac{(\sum y_i)(\sum x_{i1})}{n} & \dots & \frac{(\sum y_i)(\sum x_{ik})}{n} \\ \frac{(\sum y_i)(\sum x_{i1})}{n} & \frac{(\sum x_{i1})^2}{n} & \dots & \frac{(\sum x_{i1})(\sum x_{ik})}{n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{(\sum y_i)(\sum x_{ik})}{n} & \frac{(\sum x_{i1})(\sum x_{ik})}{n} & \dots & \frac{(\sum x_{ik})^2}{n} \end{bmatrix}$$

xx' matrisindən CF matrisini çıxanda əldə edilmiş matris müstəqil variantlarla asılı variantın variyasiyasını və kovariyasiyasını göstərir. Bu matrisin əsasında aşağıdakı iki matris qurulur:

$$g = \begin{bmatrix} SP_{1y} \\ SP_{2y} \\ \vdots \\ SP_{ky} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_1 \\ g_2 \\ \vdots \\ g_k \end{bmatrix} \text{ və}$$

$$SP = \begin{bmatrix} SP_{11} & SP_{12} & \dots & SP_{1k} \\ SP_{12} & SP_{22} & \dots & SP_{2k} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ SP_{1k} & SP_{2k} & \dots & SP_{kk} \end{bmatrix}$$

b<sub>j</sub> əmsalları bir matrisin sütun vektorunda göstərilə bilər:

$$b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_k \end{bmatrix}$$

Minimum kvadrat vasitəsilə əldə edilmiş tənlik SP×b=g formada bir matrisdir ki, həmişə müsbət və |SP| ≠ 0 olur. Əgər SP×b=g tənliyi sol tərəfdən SP matrisinin əksinə vurulsa (yəni SP-1):

$$b = SP^{-1} \times g$$

Bu formul əsasında b<sub>j</sub> əmsalları hesablanır və b<sub>0</sub> (sabit əmsalın) hesablanmasında da aşağıdakı formoldan istifadə edilir:

$$b_0 = \bar{y} - \sum b_j x_j$$

Müstəqil variantın (X<sub>i</sub>) bir vahid artması asılı variantın (y) artmasına səbəb olur ki, onun artma miqdarı b<sub>j</sub> əmsalları ilə əlaqədərdir. Hər bir müstəqil və asılı variantın b<sub>j</sub> əmsalı vasitəsilə əlaqəsinin təyin edilməsində başqa müstəqil variantların təsiri sabit qəbul edilir. Əgər bir çox dəyişənli reqressiya tənliyinin bütün variantları

(dəyişənləri) standart vəziyyətə çevrilərsə, tənliyin sabit əmsalı ( $b_0$ ) aradan qaldırılır və hər bir yeni əmsal  $\beta$ -nin çəkisi adlanaraq aşağıdakı formulla hesablanır:

$$b_{\text{standart}} = \beta_i = b_i \frac{S_{x_i}}{S_y}$$

Burda:  $S_{x_i}$  və  $S_y$  tərtiblə müstəqil və asılı dəyişənlərdə standart uzaqlaşmaların miqdarlarıdır.  $b_j$  əmsalları əsasında asılı dəyişəni bir neçə müstəqil dəyişənlər vasitəsilə proqnozlaşdırılır. Lakin  $\beta$  əmsalları əsasında müstəqil dəyişənlərin asılı dəyişənlərə təsirinin dərəcəsi təyin edilir.

Neçə dəyişənin qarşılıqlı əlaqəsi  $r_{xy}$  ilə göstərilir.  $r_{xy}$ -in özünəməxsusluğu  $R$  ilə göstərilir.  $R$ -sadə və iki dəyişənli reqressiyada müstəqil və asılı dəyişənlərin qarşılıqlı əlaqəsini göstərir, həmin əmsal neçə dəyişənli reqressiyada  $y$ -la  $y'$ -in əlaqəsini təyin etmək üçün istifadə olunur.  $R^2$  əmsalı bir neçə dəyişənli əlaqə kökü adlanır və xətti tənlikdən istifadə edərək  $R^2$  miqdarı əsasında asılı dəyişənin variasiya faizini müstəqil dəyişənlərlə təyin etmək olar.  $R^2$ -nin miqdarının sərbəst dərəcəsinin nizamlandırması ilə uyğunlaşdırılmış  $R^2$  əmsalı hesablanır. Reqressiya tənliyinə müstəqil bir dəyişənin artıb-əskilməsi ilə uyğunlaşdırılmış  $R^2$  miqdarı da ona uyğun azalır və ya çoxalır. Qarşılıqlı əlaqə əmsalı ( $R$ ) müstəqil və asılı dəyişənlərin münasibətinin dərəcəsini göstərir, amma  $R$ -in kvadratı göstərir ki, asılı dəyişənin variasiyasının neçə faizi reqressiya modeli ilə təyin edilir.

$$R = \sqrt{\frac{SS_{\text{reg}}}{SS_y}} = \eta_{y/x} = \text{Eta}$$

$$SS_{\text{reg}} = b'g = [b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_k] \begin{bmatrix} SP_{1y} \\ SP_{2y} \\ \vdots \\ SP_{ky} \end{bmatrix} = \sum_{j=1}^k b_j SP_{jy}$$

$SS_y$  üstdəki matrislərdə ( $xx'$ -CF) hesablanır və bir tənliyin bütün  $x_i$  (müstəqil) dəyişənlərində bir sabit rəqəm olur.

Nəhayət, qeyd etmək lazımdır ki, hər bir amilin subklası bir müstəqil dəyişkən və sürüş-

mənin baş verməsi və ya verməməsi bir asılı dəyişən kimi nəzərə alınaraq reqressiya analizi aparılıb.

### Nəticələrin müzakirəsi

Litoloji amil üçün  $R^2$ -nin qiyməti göstərir ki, sürüşmə baş verməsinə aid dəyişən variasiyasının 87,3%-i litologiyanın növü ilə əlaqədar xətti tənlik vasitəsilə müəyyənləşdirmək olar. Bütün litoloji növlərinə aid (perm-karbon əhəngdaşlarından başqa) reqressiya tənliyi sürüşmə baş verməsi ilə əhəmiyyətli dərəcədə əlaqədə olsa da,  $\beta$ -nin qiyməti əsasında sürüşməyə təsir edən əsas litoloji tipləri aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq olar: mio-senə aid gil konstruksiyalar, eosənə aid ovulmuş zonalar və dəyişikliklərə uğramış daşlar. Hərçənd bitki örtüyünün bütün növlərinə aid reqressiya tənliyi sürüşmə baş verməsilə əhəmiyyətli surətdə əlaqədar, lakin  $\beta$ -nin qiymətinə əsasən sürüşmələrə təsir edən bitki örtüyü növlərindən ən çox təsiredici amil kimi əkin və bağ sahələrini nəzərdə tutmaq olar. Sürüşmə baş verməsinin variasiyasının 81,7%-i onun bitki örtüyü ilə xətti əlaqə vasitəsilə müəyyənləşdirmək olar. Əldə edilmiş məlumatlar göstərir ki, sürüşmə baş verməsinə aid dəyişən variasiyasının 73,9%-i onun əsas qırılma-larla xətti tənliyinin vasitəsilə müəyyənləşdirmək olar. Qırılmalarla məsafəyə aid reqressiya tənliyi sürüşmə baş verməsilə mənalı şəkildə əlaqədar. Həmçinin  $\beta$  qiymətinin də yüksək olduğuna görə (0,713) qırılma ilə məsafə dəyişəni ilə sürüşmə dəyişəni arasında da möhkəm bağlılıq vardır. Həmcinin enişlik siniflərinə aid reqressiya tənliyi sürüşmə ilə mənalı əlaqədədir. Lakin  $\beta$  qiymətinə əsaslanaraq sürüşmələrə səbəb olan əsas amil siniflərini təsir dərəcəsinə görə III, II və IV sinif kimi nəzərdə tutmaq olar. İkinci dərəcəli təsir sahəsində I, V və IV sinifləri sürüşmələrin amili kimi təqdim etmək olar. Lakin  $\beta$  qiymətlərinin müqayisəsindən aydın olduğu kimi, I qrup sürüşmələrə daha çox təsir edə bilər. Sürüşmələrin dəyişən variasiyasının 82,1%-i ərazinin enişlik sinifləri ilə müəyyənləşdirmək olar. Müxtəlif istiqamətli enişlik siniflərinə aid reqressiya tənliyi sürüşmələrlə mənalı olaraq əlaqədar, və  $\beta$ -nin qiyməti əsasında sürüşməyə səbəb olan əsas amil qururları şimal istiqamətli enişlik və nisbətən saf (enişsiz) zonalardır. Müxtəlif enişlik istiqamətinə aid  $\beta$ -

nın qiymətləri göstərir ki, qiymətlərin arasındakı fərq az olduğuna görə onun hesablanması digər amillərlə müqayisədə daha az əhəmiyyətə malikdir.

Beləliklə, sürüşməyə aid dəyişən variasiyanın 81,4%-ini regionda müxtəlif enişlik istiqamətilə müəyyənləşdirmək olar. İllik yağıntıya aid reqressiya tənliyi sürüşmələrlə sıx əlaqədədir,  $\beta$ -nin qiyməti isə yağıntıyla sürüşmələr arasında çox zəif bağlılığı göstərir. Sürüşmələrə aid dəyişən variasiyanın təkcə 0,3%-ini onların yağıntı miqdarı vasitəsilə müəyyənləşdirmək olar.  $\beta$ -nin qiyməti yollar və çayların uzunluğu ilə sürüşmə arasındakı bağlılığın zəif olduğunu göstərir. Belə ki, sürüşmələrə aid dəyişən variasiyanın miqdarı 0,3%-dir. Tikintilərin sahəsi üçün  $R^2$ -nin qiyməti göstərir ki, sürüşmələrə aid dəyişən variasiyanın 0,2%-i binaların sahəsilə əlaqəsi vasitəsilə müəyyənləşdirmək olar. Binaların sahəsinə aid reqressiya tənliyi sürüşmələrlə sıx əlaqədədir,  $\beta$ -nin qiyməti isə tikinti amili ilə sürüşmələr arasında çox zəif bağlılığın olduğunu göstərir. Tədqiqatlar göstərir ki, təqribən bütün müstəqil dəyişənlərdəki hər bir amilə aid reqressiya tənliyi asılı dəyişənlər, sürüşmələrin baş verməsi ilə sıx əlaqədədir. Ümumi tənliyi təyin etmək üçün müstəqil dəyişənlər addım-addım irəli getmə

metodu ilə hesablamalara daxil edilmişdir. Bunun nəticəsi 1-ci cədvəldə göstərilmişdir. Bu cədvəlin əmsalları əsasında Həştəcin zonasındakı sürüşmələrin 93,6 faizi ilə dəyişənlərin əlaqəsi sübuta yetirilir.

2-ci cədvəldəki b sütunu reqressiya tənliyinin əmsallarını göstərir. Bu da onların miqdarını nəzərə almaqla reqressiya tənliyini yazmağa imkan verir. Sig. sütununun miqdarları əsasında 44 dəyişənin 28-dən tənliyin bərpası olmasında istifadə etmək olar, çünki onların tənliyə daxil olması müstəqil dəyişənlərlə asılı dəyişən arasında sıx əlaqəni göstərir. Multi-reqressiya tənliyi B əmsalı əsasında aşağıdakı formada yazılır:

$$y' = b_0 + b_1(X_1) + b_2(X_2) + \dots + b_p(X_p)$$

### 1-ci cədvəl

Bütün dəyişənlərin reqressiya tənliyinə daxil olması və onun əsasında hesablanmış əmsalların nəticəsi

Model	R	R <sup>2</sup>	Uyğunlaşdırılmış R <sup>2</sup>	Təxmini standart səhvi
Multi-reqressiya	0,967	0,936	0,935	0,0169

### 2-ci cədvəl

Reqressiya modelinə daxil olunmuş müstəqil dəyişənlərin adları, işarələri və hesablanmış əmsalları

İşarələr	Müstəqil dəyişənlər	b əmsalı	Beta əmsalı	t- sınağı	Sig.- Mənalı səviyyə
1	2	3	4	5	6
-	sabit	-0,002	-	-6,093	0,000
X15	Əkin ərazisi	0,238	0,200	16,994	0,000
X13	Otlaqlar	0,201	0,108	13,175	0,000
X16	Bağlar	0,204	0,052	9,792	0,000
X18	Qırılma məsafəsi: 2-4 km	0,025	0,151	26,938	0,000
X19	Qırılma məsafəsi: 4-6 km	0,013	0,133	25,420	0,000
X20	Qırılma məsafəsi: 6-8 km	0,012	0,111	22,110	0,000
X22	Qırılma məsafəsi: 10-12 km	0,007	0,091	17,804	0,000
X21	Qırılma məsafəsi: 8-12 km	0,007	0,079	15,798	0,000
X9	Bazalt və andezit qatları ilə ayrılan göy rəngli tuf və tufitlər	-0,067	-0,009	-2,041	0,041
X31	30-60% enişliklər	-0,261	-0,065	-14,488	0,000
X11	İntensiv hidrotermal dəyişməsi	0,647	0,287	40,087	0,000
X3	Gil və mergel daşları	0,588	0,367	40,724	0,000
X4	Ovxalanmış andezitlər	0,584	0,226	36,676	0,000
X2	Konqlomerat, qumdaşı, silt və gil daşları	0,619	0,170	31,020	0,000

## 2-ci cədvəlin davamı

1	2	3	4	5	6
X8	Tuf və andezit	0,427	0,169	26,760	0,000
X12	Orta və zəif hidrotermal dəyişmə zonası	0,564	0,117	23,448	0,000
X6	Andezit, andezit-bazalt, dassit	0,461	0,070	15,213	0,000
X1	Allüvialar və müasir çöküntülər	0,642	0,063	14,523	0,000
X5	Andezit- bazalt lavalar və datsit	0,547	0,061	13,646	0,000
X24	Qırılma məsafəsi: 14-16 km	0,012	0,040	9,513	0,000
X17	Qırılma məsafəsi: 0-2 km	0,043	0,032	7,831	0,000
X23	Qırılma məsafəsi: 12-14 km	0,005	0,020	4,988	0,000
X41	Cənub-qərb istiqaməti	-0,079	-0,035	-6,828	0,000
X7	Qalın qatlı andezitlər	0,316	0,021	4,840	0,000
X40	Cənub-şərq istiqaməti	-0,087	-0,028	-5,991	0,000
X27	0-5% enişliklər	-0,052	-0,017	-3,535	0,000
X36	Şərq istiqaməti	-0,106	-0,017	-3,903	0,000
X25	Qırılma məsafəsi: 18-20 km	0,006	0,014	3,408	0,001
X35	Cənub istiqaməti	-0,052	-0,015	-3,346	0,001
X33	Müəyyən istiqaməti olmayan	-0,042	-0,023	-3,544	0,000
X26	Qırılma məsafəsi: >20 km	0,003	0,011	2,777	0,006
X28	5-10% enişliklər	0,023	0,013	2,141	0,032

$$y' = -0,002 + 0,238 \times X_{15} + 0,201 \times X_{13} + 0,204 \times X_{16} + 0,025 \times X_{18} + 0,013 \times X_{19} + 0,012 \times X_{20} + 0,007 \times X_{22} + 0,007 \times X_{21} - 0,067 \times X_{9} - 0,261 \times X_{31} + 0,647 \times X_{11} + 0,588 \times X_{3} + 0,584 \times X_{4} + 0,619 \times X_{2} + 0,427 \times X_{8} + 0,564 \times X_{12} + 0,461 \times X_{6} + 0,642 \times X_{1} + 0,547 \times X_{5} + 0,012 \times X_{24} + 0,043 \times X_{17} + 0,050 \times X_{23} - 0,079 \times X_{41} + 0,316 \times X_{7} - 0,087 \times X_{40} - 0,052 \times X_{27} - 0,106 \times X_{36} + 0,006 \times X_{25} - 0,052 \times X_{35} - 0,042 \times X_{33} + 0,003 \times X_{26} + 0,023 \times X_{28}$$

Bu tənlikdə asılı dəyişənlərin miqdarı ( $y'$  - sürüşmələrin baş verməsi) proqnozlaşdırılsa da, əmsallar müstəqil dəyişənlərin (litoloji növü və bitki örtüyü) nisbi əhəmiyyətini dərk etmək üçün əlverişli deyil, bunun üçün  $\beta$  əmsallarından istifadə olunur.

$$y' = b_0 + b_1(X_1) + b_2(X_2) + \dots + b_p(X_p)$$

$$y' = 0,200 \times X_{15} + 0,108 \times X_{13} + 0,052 \times X_{16} + 0,151 \times X_{18} + 0,133 \times X_{19} + 0,111 \times X_{20} + 0,091 \times X_{22} + 0,079 \times X_{21} - 0,009 \times X_{9} - 0,065 \times X_{31} + 0,287 \times X_{11} + 0,367 \times X_{3} + 0,226 \times X_{4} + 0,170 \times X_{2} + 0,169 \times X_{8} + 0,117 \times X_{12} + 0,070 \times X_{6} + 0,063 \times X_{1} + 0,061 \times X_{5} + 0,040 \times X_{24} + 0,032 \times X_{17} + 0,020 \times X_{23} - 0,035 \times X_{41} + 0,021 \times X_{7} - 0,028 \times X_{40} - 0,017 \times X_{27} - 0,017 \times X_{36} + 0,014 \times$$

$$\times X_{25} - 0,015 \times X_{35} - 0,023 \times X_{33} + 0,011 \times X_{26} + 0,013 \times X_{28}$$

Bu tənliyin əsasında hər bir xanada (625 m<sup>2</sup>-dən 0,25 km<sup>2</sup>-qədər) sürüşmənin sahəsini proqnozlaşdırmaq olar.

## Nəticə

Stratiqrafiya baxımından regiondakı süxur qrupları dörd qrupda ümumiləşdirilir: eosendən əvvəlki süxur formasıyaları, eosendən dövrünə aid maqmatik ekstriziv daşlar, neogen dövrünə aid çöküntülər və IV dövr və müasir dövrdə təşkil olmuş çöküntülər. Sürüşməyə məruz qalmış şəbəkə xanələrinin sayı göstərir ki, ən çox sürüşmə miosen dövrünə aid olan gil və mergel formasıyalarında və eosendən dövrünə aid hidrotermal dəyişmiş süxurlarda baş vermişdir. Miosenin gilli formasıyalarının (Ng<sup>1</sup>) 34 faizi və hidrotermal dəyişmiş zonalarının (a) 57 faizi sürüşməyə məruz qalmışdır. Bu da digər sahələrlə müqayisədə diqqəti cəlb edir. Beləliklə, reqressiya hesablarına əsasən belə bir nəticə çıxarmaq olar ki, region sürüşmələrini proqnozlaşdırmaq üçün litologiya ən mühüm və ən əlverişli amildir. Gil minerallarına malik olan torpaqlarda rütubət artdıqca və torpaq suvarıldıqca torpaq özəl mexaniki xüsusiyyət kəsb edərək mürəkkəb dəyişikliklərə məruz qalır, şişir, yapışqanlılığını itirir və nəhayət, sürüşmə hadisəsi baş verir (Sherard və əməkdaşları, 1977). Yamaclarda suyun artması ilə gil

minerallarının qatları aralanır, şişir və torpağın kəsilməyə qarşı müqaviməti azalaraq yamac hərəkətlərinə səbəb olur (Gromoko, 1974). Ümumiyyətlə, 5 dərəcədə az mailliyi olan yamaclarda gil torpaqların qabarıb sıxılması binalarda, bağlarda və əkin sahələrində pozulmalara səbəb olur, 5 dərəcədə çox maillikdə isə yamacların hərəkətinə və nəhayət, ümumi torpaq sürüşmələrinə gətirib çıxarır (Hant 1984). İnsanların mühəndisi müdaxiləsi həmin ərazilərdə sürüşmələri sürətləndirir. Çayın oyub yarıq yaratdığı, yaxud insan müdaxiləsinə məruz qalan yamaclarda sürüşmə ehtimalı artır. Deməli, yeni sürüşmələrin qarşısını almaq və yamacları stabilləşdirmək üçün birinci növbədə gillərin su ilə doymasının qarşısını almaq və çayların törədə biləcəyi neqativ fəaliyyətin miqyasını azaltmağa çalışmaq lazımdır. Region sürüşmələrinə təsir edən amillərin miqdarını müəyyənləşdirməklə, Gritzner (2001) modeli kimi, GIS (Geographical Information System) metodu ilə təhlükə zonalarını müəyyən etmək, yaxud da Komac (2006) modeli kimi, yamacların sürüşməyə qarşı həssaslığını müəyyənləşdirmək olar. Regionun şəraitini nəzərə alaraq, yamac hərəkətlərini nəzarət altına almaq üçün aşağıdakı metodlar təklif edilir:

- otların və meşəliklərin bərpası və genişləndirilməsi;
- ərazidə gilli torpaq məntəqələrində yerüstü və qurunt suları üçün kanalizasiya şəbəkələrinin yaradılması;
- əkin sahələrində suvarma sisteminin yaxşılaşdırılması və bu sahələrin uzun müddət suvarılmaması;
- kiçikmiqyaslı silindirik sürüşmələri konkret təşəbbüslərlə, o cümlədən pəncə və daban hissəsinin çəkisini çoxaltmaq, sürüşən hissənin torpağını götürmək, enişlikləri yeknəsəq etməklə nəzarətə almaq olar. Hər cür qurğuların yaradılması və makroiqtisadi plan regionun geoloji şəraiti nəzərə alınmaqla mühəndislik prinsiplərinə əsaslanaraq həyata keçirilməsi.

#### ƏDƏBİYYAT

ƏNSARI, F., BÜLLURÇI, M. C. 1995. Ərdəbil vilayətindəki sürüşmələr. İranın Geoloji Təşkilatı. 46.

- FATIMI ƏQDA, S. M., QƏYYUMIYAN, C., EŞQLİ-FƏRAHANI, Ə. 2003. Sürüşmələrin potensialının təyin edilməsində statistika metodlarının qiymətləndirilməsi, *Geoscince*, İranın Geologiya Təşkilatı, Tehran, 47 və 48, 28-47.
- HAŞIMI TƏBATƏBAYI, S. 1998. Ərdəbil vilayətinin bir hissəsində sürüşmələrin təhlükəsi əsasında zonalara bölünməsi. *Bina və Şəhərdüzəldən nazirlik*, Tehran, 1 və 2, 72.
- NIKƏNDİŞ, N., MIRSANEIY, R. 1995. Ərdəbil vilayətindəki sürüşmələrə bir baxış. Cihad Kəşəvəri Nazirliyinin Abxizdari idarəsi, 63.
- ANBALAGAN, R. 1992. Landslide hazard evolution and zonation mapping in mountainous terrain. *Eng. Geol.*, 32, 269-277.
- CARRARA, A. 1989. Landslide hazard mapping by statistical methods: a "black box" model approach. In: *Proc. Int. Workshop on Natural Disasters in European-Mediterranean Countries*. C.D.S., Genova, 205-224.
- CARRARA, A., CARDINALI, M., DETTI, R., GUZZETI, F., PASQUI, V., REICHENBACH, P. 1991. GIS techniques and statistical models in evaluating landslide hazard. *Earth Surf. Processes Landforms*, 16, 427-445.
- CHUNG, C.J. 2006. Using likelihood ratio functions for modeling the conditional probability of occurrence of future landslides for risk assessment. *Computers and geosciences*, 32, 1052-1068.
- DRAPER, N. and SMITH, H. 1987. Applied regression analysis. John Wiley and Sons. 949.
- GRITZNER, M.L., MARCUS, W.A., ASPINALL, R., CUSTER, S.G. 2001. Assessing landslide potential using GIS, soil wetness modeling and topographic attributes, Payette River, Idaho. *Geomorphology*, 37, 149-165.
- GROMKO, G.J. 1974. Review of expansive soils. *Journal of the geotechnical engineering*, ASCE, 100, gt6, 667-687.
- HUNT, R.E. 1984. Geotechnical engineering investigation manual. Mc-Graw hill, 896.
- JIBSON, R. W., KEEFER, D. K. 1988. Statistical analysis of factors affecting landslide distribution in the New Madrid seismic zone, Tennessee ana Kentucky. In: *Richard H. Johns Memorial Volume*, *Eng. Geol.*, 27, 509-542.
- KOMAC, M. 2006. A landslide susceptibility model using the Analytical Hierarchy Process method and multivariate statistics in the perialpine Solvenia. *Geomorphology*, 74, 17-28.
- MAHARAJ, R. J. 1993. Landslide processes and landslide susceptibility analysis from an upland watershed: a case study from St. Andrew, Jamaica, West Indies. *Eng. Geol.*, 34, 53-79.
- PIKE, R. J. 1988. The geometric signature: quantifying landslide terrain type from digital elevation models. *Math. Geol.*, 20, 491-511.
- SHERARD, G.I., DUNNIGAN, L.P., DECHER, R.S. 1977. Some engineering problems with dispersive clay. *ASTM STP*, 623, 3-12.
- UROMEIHY, A., MAHDAVIFAR, M. R. 2000. Landslide hazard zonation of the Khorshrostan area, IRAN. *Bull. Eng. Geol. Env.*, 58, 207-213.

*Məqaləyə g.-m.e.d. Ş.Ə.Babayev rəy vermişdir*