

Э.М. Тұрыспекова* , Д.Ж. Жанабаев ,
Н.Е. Рамазанова , К.М. Джаналеева , М.А. Аралбекова 

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

*e-mail: elvira.turyspekova@mail.ru

АНТРОПОГЕНДІК ГЕОЖҮЙЕЛЕРДІ ҚАЛЫПТАСТЫРУШЫ ФАКТОРЛАРДЫҢ БІРІ РЕТІНДЕ ҰЛАН ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ ТОПЫРАҚ ШАЙЫЛУЫН БАҒАЛАУ

Топырақтың шайылуы – жер ресурстарына, сонымен қатар халық шаруашылығына зиянды әсерін тигізетін қарқынды және кең таралған геоморфологиялық үрдістердің бірі. Табиғатты пайдалану, қорғау және қайта қалпына келтіру жер ресурстарын топырақтың шайылуынан қорғаудың маңызды бөлігі. Қазіргі уақытта эрозиялық үрдістермен күрес ауыл шаруашылығы саласының өзекті мәселелеріне айналып отыр. Аталған мәселелер зерттеу нысаны болып отырған Шығыс Қазақстан облысындағы Ұлан өзені алабына тікелей қатысты. Өзен арналары мен топырақты сақтау үшін эрозияға бейімді аймақты бағалау мен картаға түсіру өте маңызды.

Өзен алабындағы топырақ эрозиясын анықтау үшін әмбебап RUSLE формуласы қолданылды. Формула ГАЗ арқылы біріктірілген әр түрлі көрсеткіштерді қамтиды. Зерттеудің нәтижесінде ArcGIS бағдарламасының негізінде Ұлан өзені алабының карта-сызбалар (өзен алабы территориясының, топырақ түрлері және топырақтың механикалық құрамының, өзен арнасы еңістігінің, өсімдік түрлері мен жерді пайдаланудың) жиынтығы дайындалып, мәліметтерді талдаудың нәтижесінде алаптың топырақ шайылу көрсеткіштері жылына 0,1-ден 7,81 т/га дейінгі екендігі анықталды. Карта-сызбалардың негізі ретінде 2020 жылғы SRTM ғарыштық суреттері қолданылды.

Алынған нәтижелер Жер ресурстарын тұрақты басқару мақсатында белгілі бір жер телімдерінде топырақты сақтау мен жақсарту жоспарларын әзірлеуге негіз ретінде қолданылуы мүмкін. Ал топырақтың шайылу көрсеткішін өзгертуге бағытталған зерттеулер мен талдаулар антропогендік геожүйелердің қалыптасу факторларын анықтауға және зерттеуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: топырақ, өзен алабы, су эрозиясы, геоақпараттық жүйе, модель.

E.M. Turyspekova*, D.Zh. Zhanabaev, N.E. Ramazanova,
K.M. Dzhanalееva, M.A. Aralbekova

Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Kazakhstan, Nur-Sultan

*e-mail: elvira.turyspekova@mail.ru

Assessment of soil flushing in the Ulan River basin as one of the factors of the formation of anthropogenic geosystems

Soil flushing is one of the intensive and widespread geomorphological processes that negatively affect land resources and the national economy as a whole. The use, protection and restoration of the natural environment are the most important measures aimed at preventing the flushing of soils from land resources.

Currently, the fight against factors causing soil erosion is an urgent problem in the field of agriculture. These problems are directly related to the studied territory of the Ulan River basin in the East Kazakhstan region. To preserve the river flow and soil fertility, an important role is played by the assessment and mapping of territories subject to erosion processes.

To determine the degree of soil erosion in the river basin, the universal formula RUSLE is used. The formula provides coverage of various parameters calculated using GIS. As a result of the conducted research, the ArcGIS program has developed maps-schemes of the Ulan River basin (the territory of the river basin, soil types and mechanical composition of soils, the slope of the riverbed, plant species and land use), and also determined the indicator of soil flushing of the basin territory, which ranges annually from 0.1 to 7.81 t/ha. The constructed schematic maps are based on satellite images of 2020 SRTM.

The results obtained can be used as a basis for the development of measures to preserve and improve soil fertility of a certain land plot within the framework of continuous monitoring and management of land resources. And further studies and analyses aimed at changing the indicator of soil flushing will allow to identify and study the factors of the formation of anthropogenic geosystems.

Key words: soil, river basin, water erosion, geoinformation system, model.

Э.М. Тұрыспекова*, Д.Ж. Жанобаев, Н.Е. Рамазанова,
К.М. Джаналеева, М.А. Аралбекова

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Нур-Султан
*e-mail: elvira.turyspekova@mail.ru

Оценка смыва почв бассейна реки Улан как один из факторов формирования антропогенных геосистем

Смыв почвы – один из интенсивных и широко распространённых геоморфологических процессов, негативно влияющих на земельные ресурсы и народное хозяйство в целом. Использование, охрана и восстановление природной среды являются важнейшими мероприятиями, направленными на предотвращение смыва почв из земельных ресурсов.

В настоящее время борьба с факторами, вызывающими эрозию почв, является актуальной проблемой в сфере сельского хозяйства. Перечисленные проблемы напрямую связаны с исследуемой территорией бассейна реки Улан в Восточно-Казахстанской области. Для сохранения речного потока и плодородности почвы большую роль играет оценка и картирование территорий, подверженных эрозионным процессам.

Для определения степени эрозии почв в бассейне реки используется универсальная формула RUSLE. Формула предусматривает охват различных параметров, вычисляемых с использованием ГИС. В результате проведенных исследований в программе ArcGIS разработаны карты-схемы бассейна реки Улан (территория бассейна реки, типы почв и механического состава почв, уклона русла реки, видов растений и землепользования), а также определен показатель смыва почв территории бассейна, который составляет ежегодно от 0,1 до 7,81 т/га. За основу построенных схематических карт взяты космические снимки 2020 года SRTM.

Полученные результаты могут быть использованы как основа для разработки мероприятий по сохранению и улучшению плодородности почв определенного земельного участка в рамках постоянного мониторинга и управления земельными ресурсами. А дальнейшие исследования и анализы, направленные на изменение показателей смыва почв, позволят выявить и изучить факторы формирования антропогенных геосистем.

Ключевые слова: почва, бассейн реки, водная эрозия, геоинформационная система, модель.

Кіріспе

Топырақ – дүниежүзілік азық-түлік өндірісінде маңызды рөл атқаратын сарқылмайтын табиғи ресурс. Топырақтың маңыздылығы көміртегі циклінде, яғни суды сақтау мен филтрлеуде, су тасқыны мен құрғақшылық кезеңдерінде байқалады. Бірақ, адам әрекетінің қарқынды әсерінің нәтижесінде топырақ өзінің маңызды функцияларын орындауды тоқтатуда. Бүгінгі таңда жаһандық топырақ ресурстарының шамамен 33%-ы эрозияға ұшыраған (Монтгомери, 2015:6). Топырақ жамылғысының сапасын жақсарту үшін ауылшаруашылығының дамуы, жерді басқару, топырақ жамылғысының жайкүйін жергілікті және аймақтық бақылауды жетілдіру талап етіледі. Эрозиялық зерттеулердің ең маңызды міндеттерінің бірі – топырақ шайылуының қауіп-қатерін бағалау (Ларионов, 1993:200).

Қазақстан Республикасында эрозия үрдісін зерттеу жергілікті сипатта дамып келеді. Қазақстан Республикасының көптеген территориялары жеткілікті зерттелмеген. Солтүстік Қазақстанның эрозиялық үрдісін зерттеумен айналысқан ғалым М.Е. Белгібаевтың «Қазақстандағы топырақ эрозиясы және онымен күрес», «Сол-

түстік және Орталық Қазақстанның топырақ дефляциясының экологиялық-географиялық жағдайлары» монографиялары эрозиялық үрдістерді зерттеу бойынша негізгілер болып саналады. (Белгібаев, 1970: 254; Белгібаев, Зонов, Паракшина, 1982: 224).

Эрозия үрдісін зерттеумен айналысқан Ресей Федерациясының ғалымдары мен зерттеушілерін де атап өтуге болады. Орыс зерттеушілерінің көрнекті өкілдерінің бірі – М.Н. Заславский. Ол топырақ мәселелерін зерттеп, топырақтану пәнінен эрозиятануды бөліп алуға бастамашы болған Кеңес топырақтанушысы. Сондай-ақ М.Н. Заславскийдің монографиялары мен оқу құралдары бүгінгі күнге дейін топырақтану сабақтарында негізгі әдебиет ретінде қолданылады (Заславский, 1983: 320).

Қазіргі уақытта ресейлік ғалымдар топырақтың радиоактивті цезий деңгейін бағалау арқылы топырақтағы органикалық заттардың құрамын төмендетіп эрозия жылдамдығын өлшеу әдісін қолдануда (Мирицулава, 1967: 179; Маккавеев, 1955: 348; Мирицулава, 1970: 239; Добровольский, 2002: 654; Воронин, Кузнецов, 1992: 95).

Қазақстанда су эрозиясы мәселелерімен әртүрлі жылдары К.Б. Бабаев (1970), Т.А. Тегисов

(1975), А.И. Иорганский және К.Б. Балғабеков (1979) айналысқан. Бұл ғалымдардың жұмыстары тау етегі аймағының табиғи жағдайларына арналған, осыған ұқсас жұмыстар, яғни су эрозиясы бойынша зерттеулер және оған қарсы іс-шараларды жүзеге асыруда ұсыныстар әзірлеу бұрын жүргізілгенімен толық көлемде болмады. А.И. Иорганский мен К.Б. Балғабековтің деректерінде (1979) топырақ шайылуының жоғарылауы әсерінен егістіктегі қарашірік қабаты азайып, дақылдардың өнімділігі төмендейтіндігі айтылған. Топырақтың құнарлы қабатының азаюы ауыл шаруашылық жерлерінен өсімдік түрлерін азайтып, дренаждық желілерге зиян келтіріп, жер үсті суларының сапасының төмендеуіне әкелуі мүмкін (Prasad, 2014).

Сондай-ақ Батыс Қазақстандағы кіші өзендер алабындағы топырақтың шайылу үрдісін үлгілеумен Н.Е. Рамазанова, Б.А. Чашина айналысуда (Darbayeva, Ramazanova, 2020: 396-404).

М.С. Кузнецовтың, В.В. Демидовтың (2002), А.С. Керженцев, Р. Майснердің (2006) және т.б. ғалымдардың ғылыми еңбектерін талдай отырып, қазіргі жағдайда тиімді және экологиялық қауіпсіз жер пайдалануды қамтамасыз ету үшін ең алдымен, арнайы математикалық модельдерді пайдалана отырып топырақтың шайылуын бағалауды жедел әрі нақты болжау қажеттілігі туындайтындығын көрсетіп отыр.

Зерттеу нысаны болып Шығыс Қазақстан облысындағы кіші өзендер алабына жататын Ұлан өзені алабы алынды.

Ұлан өзені – Ертістің сол жақ саласы. Нарым жотасының батыс бөлігінен бастау алады, ұзындығы шамамен 40 км. Ұлан өзені таулы өзен болғандықтан ағыс жылдамдығы айтарлықтай жылдам. Қоректену көзі – қар жамылғысы мен жауын-шашын. Адам әрекетінің белсенділігіне байланысты, яғни ауыл шаруашылық алқаптарын өңдеу, жырту, өнімді жинаудан жаз айларының аяғында судың тұздануы жоғарылайды. Тальвегтің еңістігі 20°, су шығыны шамамен 1 м³/сек тең. Өзен шатқалдан шыққан кезде түптік шөгінділерде судың едәуір бөлігі қалып қояды.

Ұлан өзені алабының аумағы Қалба тауының бөктерінде орналасқандықтан алаптың жер бедері таулы болып келеді. Тауалды дала зонасы қоңыржай ылғалды және жылы, ал оңтүстік бөлігінде қоңыржай ыстық климатпен сипатталады. Ең суық айдың (қаңтар) орташа температурасы -14-18°C, ең жылы (шілде) +20-21°C.

Алаптың аумағы үш климаттық зонада жататынына қарамастан, ол құрғақ далалы табиғи-шаруашылық аймақта орналасқан.

Бұл жұмыста RUSLE формуласы мен ГАЗ негізінде Ұлан өзені алабындағы топырақтың шайылуының зерттеу нәтижелері алғашқы рет орындалып көрсетілді. Зерттеу жұмысы Америка Құрама Штаттарында 1930 жылдардан бастап АҚШ Ауыл шаруашылығы министрлігінің топырақ эрозиясы қызметінің топырақ эрозиясы туралы мәліметтер негізінде жасалған USLE әмбебап теңдеуін қолдана отырып Ұлан өзені алабындағы топырақ эрозиясына ұшыраған жерлерді бағалауға бағытталған (United States Department of Agriculture, USDA) (Wischmeier; Smith, 1978: 282).

Модель ондаған жылдар бойы Америка Құрама Штаттарында және бүкіл әлемде табиғатты қорғауды жоспарлау мақсатында қолданылып, көптеген жобаларды жүзеге асыруда пайдаланылған (Wischmeier W.H. 1978: 65).

Алынған нәтижелер Жер ресурстарын тұрақты басқару мақсатында белгілі бір жер телімдерінде топырақты сақтау мен жақсарту жоспарларын әзірлеуге негіз ретінде қолдануға болады. Ал топырақтың шайылу көрсеткішін өзгертуге бағытталған зерттеулер мен талдаулар антропогендік геожүйелердің қалыптасу факторларын анықтауға және зерттеуге мүмкіндік береді.

Зерттеудің ғылыми методологиясы мен материалдары

Зерттеу материалдары ретінде ГАЗ-технологиясы мен компьютерлік әдістердің көмегімен өзен алабын құру үшін ғарыштық суреттер, Ұлан өзені алабының жауын-шашын карта-сызбасын жасауда Шығыс Қазақстан облысындағы Өскемен, Айыртау, Бозанбай метеостанциялары бойынша 2021 жылдың бір жылдық жауын-шашын мөлшерінің статистикалық деректері; өзен алабының топырақ түрлерін және механикалық құрамын анықтау үшін топырақ жамылғысы бойынша 1980-2016 жылдардағы картографиялық материалдар; жер бедері мен еңістігі бойынша деректер пайдаланылды.

Ғарыштық суреттерді дешифрлеу әдістері қолданылды. Алаптық аумақтарды бірнеше кезеңнен тұратын геоакпараттық картографиялау үрдістері жүзеге асырылды, яғни деректерді бастапқы өңдеу, картографиялық материалдар мен ғарыштық суреттерді талдау, геодеректер қорының бірыңғай базасын қалыптастыру, сондай-ақ жер бедерінің сандық үлгісі (ЖСҮ)

негізінде тереңдетілген морфометриялық талдауды қамтитын әдістеме бойынша жүргізілді.

Бұл жұмыстың әдіснамалық негізі ҚР Жер кодексі, сондай-ақ жерге орналастыру саласындағы ғылыми зерттеу институт ғалымдарының ұсыныстары, су эрозиясын модельдеу әдістері болып табылды (Қазақстан Республикасының 2003 жылғы 20 маусымдағы № 442 Жер Кодексі, Кержецев, Майснер, 2006: 224).

Ұлан өзені алабындағы топырақ шайылу теңдеуіне (RUSLE) негізделген эрозиялық үрдістерді зерттеу барысында жауын-шашын коэффициентін R есептеу үшін ArcGIS 10.5.1 бағдарламасында интерполяция әдісі және R факторын есептеудің балама формуласы ($R=0,548257; P=59,9$) қолданылды; мұндағы P – жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері. Excel, ArcGIS 10.5.1 бағдарламаларының көмегімен топырақтың шайылуы есептелді. Топырақтың эрозиялық көрсеткіштері Spatial Analyst құралдар жинағындағы табиғи аймақ әдісі арқылы кестелер мен интерполяцияны біріктіру негізінде ArcGIS 10.5.1 бағдарламалық жасақтамасында экологиялық алаңдардың қабаттарына экспортталды.

Ұлан өзені алабының табиғи жағдайларын талдауда геоморфологиялық формаларды тал-

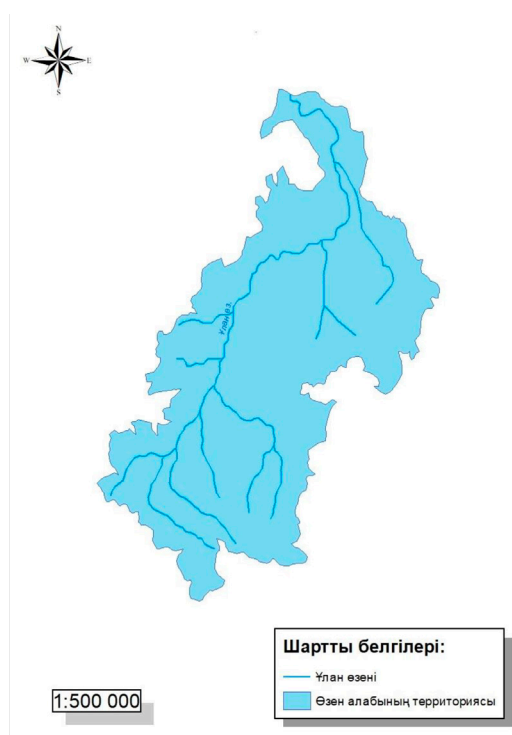
дау мен горизонтальдардың орналасуы негізінде топографиялық-картографиялық әдістер, математикалық және графоаналитикалық, сондай-ақ топырақтың шайылуын бағалау әдістері қолданылды.

Нәтижелер мен талқылаулар

ArcGIS 10.5.1 бағдарламасында Ұлан өзені алабын құру үшін жердің сандық үлгісінің ғарыштық түсірілімдері қолданылды. Өзен алабының шекарасын анықтауда EarthExplorer (usgs.gov) сайтынан жүктелген 2020 жылғы SRTM ғарыштық түсірілімдері негіз болды.

Ұлан өзені алабы үшін жоғарыда аталған сайттан $49^{\circ}46' \text{ с.е. және } 82^{\circ}23' \text{ ш.б.}$ координаттары аралығында екі ғарыштық түсірілім жүктелініп, ArcGIS 10.5.1 бағдарламасында Spatial Analyst пакетінің ArcToolbox құралдар жиынтығын, атап айтқанда Hydrology функцияларын қолдана отырып өңдеу жүргізілді.

Өзен алабының шекарасын құру үшін белгілі алгоритмдер орындалды. ArcGIS 10.5.1 бағдарламасында барлық операцияларды жүргізгеннен кейін өзен желісі бар Ұлан өзені алабының территориясы белгіленіп алынды (1-сурет).



1-сурет – Ұлан өзені алабының территориясы

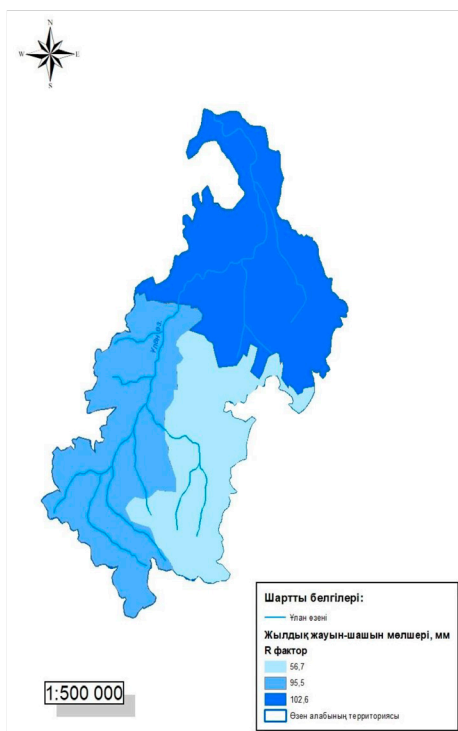
Ұлан өзені алабының жауын-шашын карта-сызбасын құру үшін Шығыс Қазақстан облысындағы Өскемен, Айыртау, Бозанбай метеостанцияларының ай сайынғы жауын-шашын мөлшерінің деректері мен жалпы жиынтығы алынып интерполяция әдісі арқылы жасалды. ArcGIS 10.5.1 бағдарламасындағы интерполяция операциясы жасалғаннан кейін Өскемен, Айыртау, Бозанбай метеостанциялары бойынша сызықтық шейпфайл алынып, нәтижесінде Ұлан өзені алабының жауын-шашын карта-сызбасы құрастырылды. Жауын-шашын коэффициентін есептеу USLE әмбебап теңдеуіндегі топырақ шайылуының маңызды көбейткіші болып табылады. Жауын-шашын коэффициенті R факторды анықтау үшін төмендегі формула қолданылды (1):

$$R=0.58 * P-59.8 \quad (1),$$

мұндағы, R – жауын-шашын коэффициенті, P – бір жылдағы жауын-шашын мөлшері.

Ұлан өзені алабындағы жауын-шашынның әрбір көрсеткіші (1) формула бойынша есептелініп, жерді пайдаланудың қорытынды шейпфайлының атрибуттық кестесінде «R» деп аталатын жаңа баған құрылып деректер жазылды.

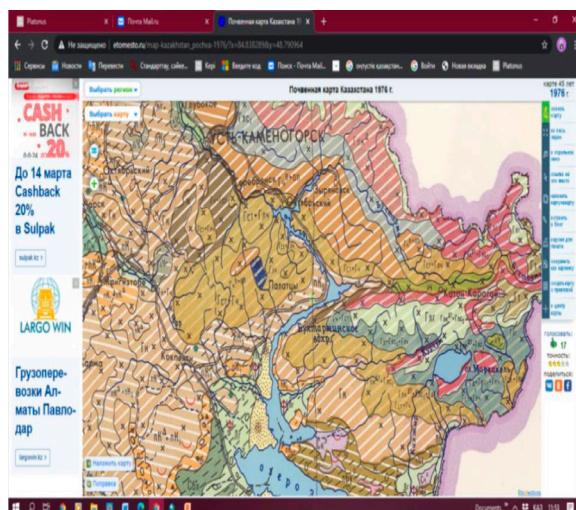
Алаптағы ең жоғарғы R фактор Ұлан өзенінің сағасында байқалады, R=102,6 (40,4%). Топырақтың механикалық құрамы бойынша ауыр және жеңіл сазды түрі сәйкес келетін жерді пайдаланудың түрі – бау-бақша мен жайылым. R=95,5 (37,4%) болғандағы топырақтың механикалық құрамы – жеңіл сазды, ауылшаруашылық алқаптарының түрі бойынша егістікке, ең төменгі R фактор көрсеткіші – 56,7 (22,2%) тең, мұнда топырақтың механикалық құрамы ауыр сазды және саздақты, жерді пайдалану түрінің жайылымдарға сәйкес келді (2-сурет).



2-сурет – Ұлан өзені алабының жауын-шашын карта-сызбасы

K – топырақ шайылу коэффициенті – бұл кездейсоқ таңдалған көлбеу ұзындығы 22,13 м (72,6 фут) мен биіктігі 9% болатын белгілі бір топырақ үшін тонна/гектар (тонна/акр) топырақтың орташа жоғалуы (Bikram Prasad, 2014).

Топырақ типтерін анықтау үшін Қазақстанның топырақ картасы алынып, салыстыру және цифрлау негізінде Ұлан өзені алабының топырақ жамылғысының карта-сызбасы құрастырылды (3-сурет).



3-сурет – ArcGIS бағдарламасының ArcMap қосымшасындағы ҚР топырақ жамылғысының растрлық бейнесі

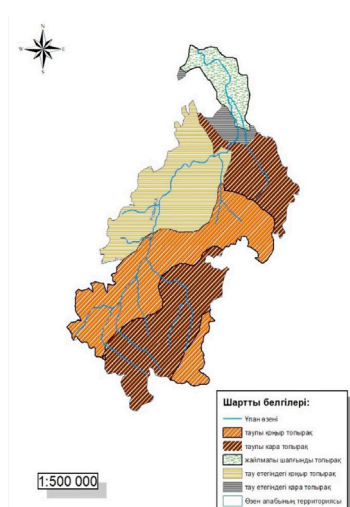
Ұлан өзені алабының территориясында топырақтың 5 типі анықталды: таулы қоңыр, таулы қара, жайылмалы шалғынды, тау етегіндегі қоңыр және тау етегіндегі қара топырақ. Сәйкесінше механикалық құрамы бойынша 5 түрі бар: жеңіл сазды, ауыр сазды, сазды, құмды саздақ және саздақты.

RUSLE формуласы бойынша K фактордың мәні Universal Soil Loss Equation (USLE) (gov.on.ca) сілтемесіндегі кестелік мәліметті пайдалана отырып анықталды. Топырақтың механикалық құрамы бойынша K-фактордың мәні төмендегідей көрсеткіштерге тең болды: жеңіл сазды – 0,56, ауыр сазды – 0,34, сазды – 0,47,

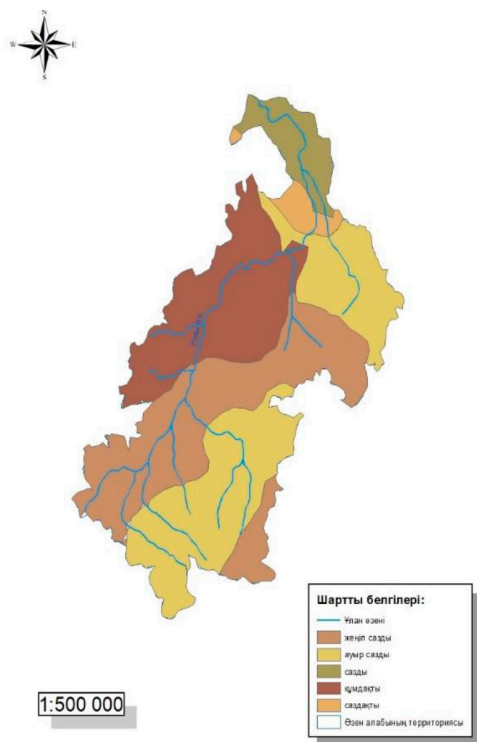
құмды саздақты – 0,45, саздақты – 0,58 (4, 5-сурет).

Зерттеліп отырған аймақтағы топырақтың механикалық құрамының карта-сызбасы ғарыштық суреттерді цифрлық өңдеу әдісі арқылы ArcGIS 10.5.1 бағдарламасы негізінде жасалды.

Зерттеудің нәтижесінде Ұлан өзені алабындағы топырақ эрозиясының коэффициентін есептеп, мынадай қорытынды жасалынды. K фактордың механикалық құрамы бойынша ең аз көрсеткіш – 0,34 ауыр сазды болса, өзен алабындағы жерді пайдалану түрі – бау-бақшаға сәйкес келді. Ал K фактордың механикалық құрамы бойынша ең жоғарғы көрсеткіш – 0,58 тең, яғни саздақты топырақтар. Жерді пайдалану түрі – егістік және жайылым.

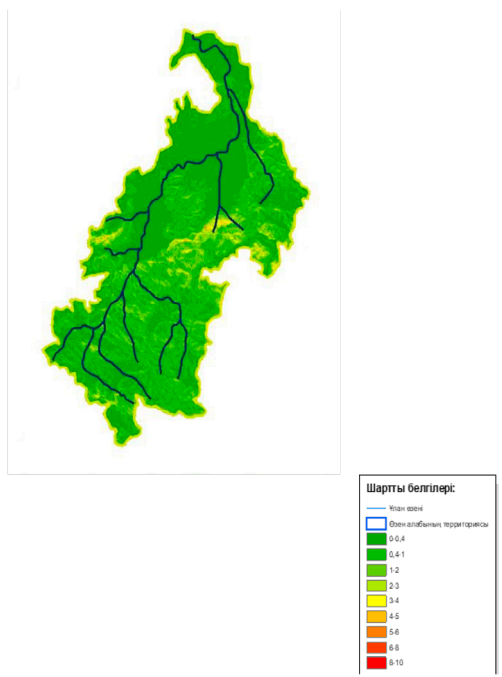


4-сурет – Ұлан өзені алабының топырақ типтерінің карта-сызбасы (авторлармен жасалған)



5-сурет – Ұлан өзені алабындағы топырақтың механикалық түрлерінің карта-сызбасы (авторлармен жасалған)

LS факторды анықтау үшін территорияның еңістігін білу маңызды. Ол үшін Slope құралы қолданылды. (Spatial Analyst Tools – Surface) (6-сурет).



6-сурет – Ұлан өзені алабының еңістігінің сызбасы, % (авторлармен жасалған)

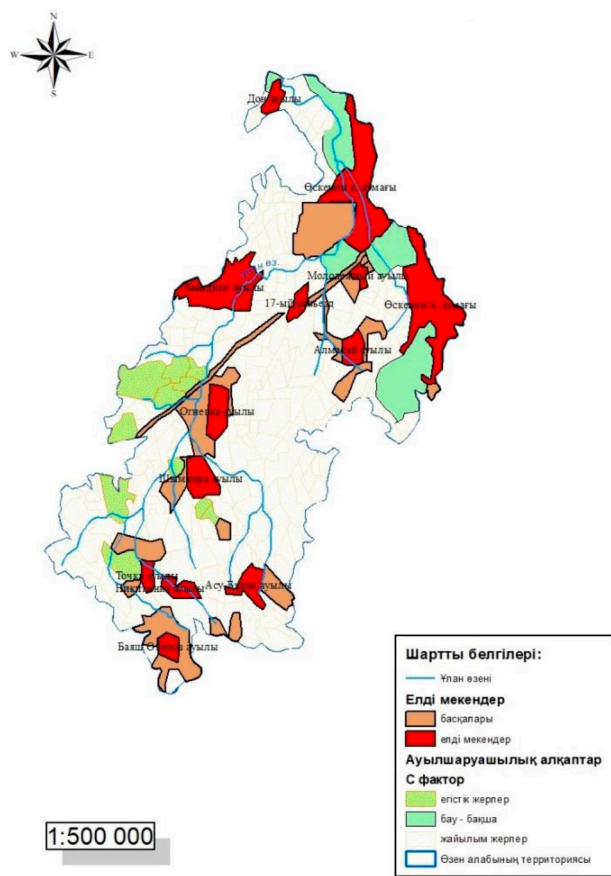
Карта-сызбада еңістіктің ең жоғары және төменгі көрсеткіштері белгіленіп жазылды. Алаптағы еңістік деңгейі 10 категорияға бөлінді.

Аумақтың еңістігі бойынша LS фактордың ең төменгі мәні 0 %-ға, ал ең жоғарғы мәні 10 %-ға тең болды. Жерді пайдаланудың қорытынды шейпфайлының атрибуттық кестесінде «LS» деп аталатын жаңа баған құрылып деректер жазылды.

C фактор – ауыл шаруашылық жерлерін пайдалану коэффициенті. Топырақ шайылу үрдісін анықтау барысында C факторының маңыздылығы оның жерді игеру дәрежесі мен ондағы өсетін өсімдік жамылғысына тәуелділігі бо-

лып табылады. Алап бойынша жердің игерілу дәрежесі жер бедерінің деградациясы әсерінен әр түрлі болып келеді. Зерттеу барысында Ұлан өзені алабының 1:500 000 масштабта ауыл шаруашылық жерлерін пайдалану карта-сызбасы құрастырылып, алаптағы ауыл шаруашылық жерлерінің бірнеше категориясы анықталды: жайылым, егістік, бау-бақша және елді-мекендер. Ұлан өзені алабындағы ауыл шаруашылық жерлерінің көп бөлігін жайылым жерлер алып жатыр, оның алаптағы саны – 274. Жайылымдар аумақтың 96%-ын қамтиды. Егістік жерлердің саны – 6 (2%), бау-бақша – 5 (2%) болды (7, 8-сурет).

Жерді пайдалану түрлері	Саны
Жайылым жерлер	274
Егістік жерлер	6
Бау-бақша	5
Барлығы	285



7-сурет – Ұлан өзені алабының ауылшаруашылық алқаптарының карта-сызбасы (авторлармен жасалған)



8-сурет – Ұлан өзені алабының ауылшаруашылық алқаптарының үлесі

Алаптың бүкіл территориясы бойынша P – фактор, яғни ауылшаруашылық алқаптарын өңдеу әдісі – соқамен жырту (0,37) болды.

Топырақ шайылуының әмбебап тендеуі (USLE) келесі формуламен есептелінді:

$$A = R * K * LS * C * P \quad (2)$$

мұндағы:

A – бір жылдағы тонна/гектарға көпжылдық топырақтың шайылуы;

R – жауын-шашын коэффициенті;

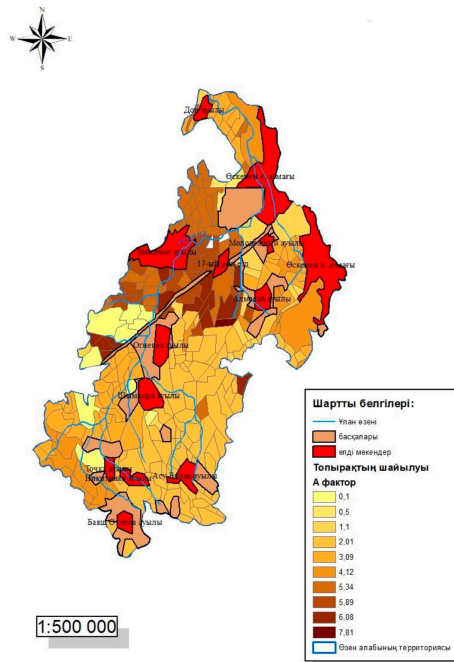
K – топырақтың шайылу коэффициенті;

L – ұзындық коэффициенті;

S – еңістік коэффициенті;

C – өсімдік түрлерінің коэффициенті;

P – эрозияға қарсы шаралардың коэффициенті.



9-сурет – Ұлан өзені алабының топырақ шайылуының (A фактор) карта-сызбасы (авторлармен жасалған)

Ұлан өзені алабындағы А фактордың (топырақтың шайылу көрсеткіші) вариациясы 0,1-ден 7,81 пайыздық арақатынаста екенін көрсетті. А фактордың ең төменгі көрсеткіші 0,1-ге тең, топырақтың механикалық құрамы бойынша құмдақты болса, жерді пайдаланудың түрі – жайылым жерлер. Ал А фактордың ең жоғарғы көрсеткіші – 7,81. Топырақтың механикалық құрамы жеңіл сазды, жерді пайдаланудың түрі бойынша жайылым жерлер мен егістікке сәйкес келді. Топырақ эрозиясының ең жоғарғы орташа жылдық көрсеткіші егістік жерлерде байқалады. Топырақ эрозиясын төмендету үшін басқа да мәдени дақылдардың түрін таңдау арқылы қол жеткізуге болады, мысалы, жайылым жерлер мен бау-бақша дақылдары (9-сурет).

Қорытынды және зерттеу нәтижелері

Су эрозиясымен күресуде шаруашылыққа тиісті жерді дұрыс пайдалана білудің маңызы зор. Әсіресе, бұл жер бедері күрделі болып келетін таулы жерлерде орналасқан шаруашылықтар үшін өте қажет. Су эрозиясына еңістігі биік жерлердегі танаптар өте бейім болады. Сондықтан мұндай жерлерге жиі қопсыта беруді қажет етпейтін дақылдар себу керек. Дөңес жерлердің топырағын су эрозиясынан қорғау шараларының ішінде жолақтарды кесу, контур бойынша жүргізілетін мелиорациялық жұмыстар (жолақтап ағаш отырғызу, көп жылдық шөптер егу) маңызды. Топырақты су эрозиясынан қорғауда агротехникалық шаралардың алатын орны зор. Ең бастысы, бұл шараларды орындау аса қиын емес, оларды кез келген шаруашылықтарда қолдануға мүмкіндік бар. Олардың ішіндегі ең бастысы жерді дұрыс өңдеу болып табылады. Топырақ эрозиясының алдын алу үшін қорғаныш орман алқаптары мен егістіктерді қорғайтын шыршалар отырғызу, жайылымдық жерлер мен құмды жерлерге ағаштар егу, топырақты қорғау үшін ауыспалы егіс жүйесін енгізу, топырақты аудармай өңдеу, тұқымды қатарлап себу, шатқалдарды сатыларға бөлу, су тоқтатын каналдар салу, т.б. шаралар жүргізілуі тиіс.

Мақаладағы аталған барлық факторлардың коэффициенттері RUSLE формуласы бойынша есептелді және Ұлан өзені алабындағы топырақ эрозиясының дәрежесі анықталды. ArcGIS 10.5.1 бағдарламасының атрибуттар кестесінде Wischmeier, Smith жасаған эмбебап формулада әр факторға арналған мәліметтер жазылып, нәтижесінде А факторының мәні есептеліп карта-сызба құрастырылды.

Ұлан өзені алабындағы эрозиялық әлеуетті жақсарту үшін мәдени дақыл түрлері С коэффициентін және эрозияға қарсы іс шаралар Р коэффициент көрсеткішін өзгерткен жағдайда қол жеткізуге болады. Мысалы, 232 полигондағы А фактордың мәні жылына 7,81 т/га тең, аталған аймақтың жері таулы болғандықтан, мұндай көрсеткіш $LS = 10$, $R = 56,7$ факторлардың мәніне байланысты болып отыр. Егер жерді пайдалану түрін егістіктен жайылымдарға, жерді соқамен өңдеу түрін жолақтарды кесу, контурға ауыстыратын болсақ, мынадай көрсеткішке ие боламыз:

$$A = 102.5 * 0.02 * 0.67 * 10 * 0.25 = 3.4 \text{ т/га/ жыл.}$$

Жүргізілген жұмыстардың нәтижесінде жерді пайдалану түрі, өңдеу әдістері мен эрозияға қарсы іс-шаралар жиынтығы топырақ шайылу үрдісінде маңызды орын алатынын көруге болады.

Топырақтың шайылу көрсеткішіне әсер ететін кез келген фактордың өзгеруі сандық және сапалық өзгерістерге әкеледі. Мысалы, жерді пайдалану түрінің (С факторының) өзгеруі топырақтың шайылуын азайту не ұлғайтуға ғана емес, сонымен қатар болашақта жер бетінің геоморфологиялық сипаттамаларының өзгеруіне әкелуі мүмкін, бұл өз кезегінде осы территорияда жаңа антропогендік геожүйенің қалыптасуын тудырады.

Осы зерттеу GIS әдістері RUSLE көрсеткіштерінің кеңістіктік бөлінуін дәл анықтауға мүмкіндік беретіндігін көрсетті. Сонымен қатар, топырақ эрозиясын үлгілеу қарапайым және қолжетімді құрал екеніне көз жеткіздік.

Әдебиеттер

- Bikram Prasad, Jaiswal R.K., Tiwari H.L. "Assessment of environmentally stressed areas for soil conservation measures using usped model", International Journal of Engineering Research, 2014.
- Darbaveva, T., Ramazanova N., Chashina B., Wendt J.A., Atasoy E. Modeling soil erosion in the Chagan river basin of the west Kazakhstan with using RUSLE and GIS tools//Journal of Environmental Biology, 2020, 41(2). – С. 396-404.

- Wischmeier W. H. (1978) Predicting rainfall erosion losses//W. H. Wischmeier, D. D. Smith // US Dept, of Agric. Handbook. – № 537. – 65 p.
- Белгібаев М.Е. (1970) Эрозия почв в Казахстане и борьба с ней. – Алма-Ата: Наука. – 254 с.
- Белгібаев М.Е., Зонов Г.В., Паракшина Э.М. (1982) Эколого-географические условия дефляции почв Северного и Центрального Казахстана. – Алма-Ата: Наука. – 224 с.
- Воронин А.Д., Кузнецов М.С. (1970) Опыт оценки противоэрозионной стойкости почв // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 1. – М., – С. 99-115.
- Дэвид Р. Монтгомери – Почва эрозия цивилизации (2015) // Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Субрегиональное отделение по Центральной Азии. – Анкара, 2015. – 385 с.
- Добровольский Г.В. (2002) Деградация и охрана почв: монография / под ред. Г.В. Добровольского. – М.: Изд-во МГУ, – 654 с.
- Заславский М.Н. (1983) Эрозиоведение: учебник для геогр. и почв. спец. вузов. – М.: Высшая школа, – 320 с.
- Керженцев А. С. [и др.] (2006) Моделирование эрозионных процессов на территории малого водосборного бассейна: монография / отв. ред. А.С., Керженцев, Р. Майснер // Рос. акад. наук, Ин-т фундам. пробл. биол. – М.: Наука. – 224 с.
- Кузнецов М.С., Глазунов Г.П., Зорина Е.Ф. (1992) Физические основы эрозии почв. Моек. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М.: Изд-во МГУ, – 95 с.
- Ларионов Г.А. (1993) Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки. – М.: Изд-во МГУ, – 200 с.
- Маккавеев Н.И. (1955) Русло реки и эрозия в ее бассейне; АН СССР, Ин-т геогр. – М.: АН СССР, – 348 с.
- Мирицхулава Ц.Е. (1970) Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. – М.: Колос, – 239 с.

References

- Belgibaev M.E. (1970) Eroziya pochv v Kazahstane i bor'ba s nei [Soil erosion in Kazakhstan and its control] – Alma-Ata: Nauka, - 254 s.
- Belgibaev M.E., Zonov G.V., Parakshina Je.M (1982) Ekologo-geograficheskie usloviya deflyacii pochv Severnogo i Central'nogo Kazahstana [Ecological and geographical conditions of soil deflation in Northern and Central Kazakhstan]. Alma – Ata: Nauka, 1982.–224 s.
- Bikram Prasad, Jaiswal R.K., Tiwari H.L. “Assessment of environmentally stressed areas for soil conservation measures using usped model”, International Journal of Engineering Research, 2014.
- Darbayaeva, T., Ramazanova N., Chashina B., Wendt J.A., Atasoy E. Modeling soil erosion in the Chagan river basin of the west Kazakhstan with using RUSLE and GIS tools//Journal of Environmental Biology, 2020, 41(2), стр. 396–404.
- Voronin A.D., Kuznecov M.S. (1970) Opyt ocenki protivoerozionnoj stojkosti pochv [Experience in assessing soil erosion resistance]// Eroziya pochv i ruslovyje processy. Vyp. 1. – М., – S. 99-115.
- Dobrovol'skij G.V., pod red. Dobrovol'skogo G.V. (2002) Degradaciya i ohrana pochv: monografiya [Soil degradation and protection: monograph]. – М. : Izd-vo MGU, – 654 s.
- Devid R. Montgomeri – Pochva eroziya sivilizacii [Soil erosion of civilization] //Prodoval'stvennaya b sel'skohozyastvennaya organizasiya obedinennyh nasii.Subregional'noe otdelenie Senral'noi Azii. Ankara, 2015.385 s.
- Zaslavskij M.N. (1983) Eroziovedenie : uchebnik dlya geogr. i pochv. spec. vuzov [Erosiology: a textbook for geogr. and soils. specialist, universities]. – М. : Vysshaya shkola, – 320 s.
- Kerzhencev A.S. [i dr.]; отв. red. Kerzhencev A.S, Majsner R. (2006) Modelirovanie erozionnyh processov na territorii malogo vodosbornogo bassejna: monografiya [Modeling of erosion processes on the territory of a small drainage basin: monograph] Ros. Akad7. nauk, In-t fundam. probl. biol. – М. : Nauka, – 224s.
- Kuznecov M.S., Glazunov G.P., Zorina E. F. (1992) Fizicheskie osnovy erozii pochv [Physical basis of soil erosion]. Mоек. gos. un-t im. M. V. Lomonosova. – М. : Izd-vo MGU, – 95 s.
- Larionov G.A. (1993) Eroziya i deflyaciya pochv : osnovnye zakonomernosti i kolichestvennye ocenki [Soil erosion and deflation: basic patterns and quantitative estimates]. М. : Izd-vo MGU, – 200 s.
- Mirckhulava C.E. (1970) Inzhenernye metody rascheta i prognoza vodnoj erozii [Engineering methods for calculating and forecasting water erosion]. М.: Kolos, – 239 s
- Makkaveev N.I. (1955) Ruslo reki i eroziya v ee bassejne; [River bed and erosion in its basin;] AN SSSR, In-t geogr. – М.: AN SSSR, – 348 s.
- Wischmeier W. H. (1978) Predicting rainfall erosion losses / W. H. Wischmeier, D. D. Smith // US Dept, of Agric. Handbook. – № 537. – 65 p.