

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ФИЗИКА-ТЕХНИКА ФАКУЛЬТЕТІ

**«ФИЗИКАДАҒЫ ЗАМАНАУИ ТЕНДЕНЦИЯЛАР: ҒЫЛЫМ МЕН БІЛІМ
ИНТЕГРАЦИЯСЫ»**

Халықаралық ғылыми конференциясының материалдары

**«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ФИЗИКЕ: ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ И
ОБРАЗОВАНИЯ»**

Материалы международной научной конференции

«MODERN TRENDS IN PHYSICS: INTEGRATION OF SCIENCE AND EDUCATION»

Materials of the international scientific conference

Астана, 2024 ж

ОӘЖ 53.(075)
Н90

Редакциялық кеңес:

Е.Б. Сыдықов, С.Б.Мақыш, Ж.М.Құрманғалиева, Д.Р.Айтмағамбетов,
Л.Т.Нуркатова, Н.Г.Айдарғалиева

Ә43 Физикадағы заманауи тенденциялар: ғылым мен білім интеграциясы:
Халықаралық ғылыми конференциясының материалдары (2024 жылдың 23 ақпаны, Астана, Қазақстан). – Астана: Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ баспасы, 2024. – 555 б.

ISBN 978-601-337-957-9

«ФИЗИКАДАҒЫ ЗАМАНАУИ ТЕНДЕНЦИЯЛАР: ҒЫЛЫМ МЕН БІЛІМ ИНТЕГРАЦИЯСЫ» атты Халықаралық ғылыми-теориялық конференция материалдар жинағына кәсіптік-техникалық білім беруді жетілдіруде «Космологияның қазіргі мәселелері», «Техниканың дамуындағы физиканың рөлі», «Ядролық физика, жаңа материалдар мен технологиялар», «Радиоэлектроника мен телекоммуникацияның қазіргі даму тенденциялары», «Ғарыштық техника мен технологияларды дамытудың озық бағыттары», жоғары оқу орындарындағы кәсіби педагогика проблемалары «Университетте физика және астрономия білімінің даму тенденциялары», «Орта мектепте физиканы оқытудың тиімді педагогикалық технологиялары», «Жаратылыстану пәндері бойынша мұғалімдерді даярлау жүйесіндегі инновациялар», «Қазіргі ақпараттық және коммуникациялық технологиялар» және оларды шешу әдістері мен жолдары қарастырылған мақалалар жарияланған.

ОӘЖ53.(075)

КБЖ 22.3я73

ISBN 978-601-337-957-9

© Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, 2024

Landsat-8/9 және Sentinel-2 қашықтықтан зондтау деректерін, 2023 жылғы 8-16 маусымда Абай облысында өрт аймағын анықтау үшін қолдану

Андатпа: Бұл мақалада өрт аймағын және оның аумағын анықтау үшін қол жетімді жақын және инфрақызыл қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану арқылы зерттеу жүргізіледі. Шара ретінде Қазақстан Республикасы, Абай облысы, Бородулиха ауданындағы орман өрті таңдалды. Суреттер 2023 жылдың 8 және 15 маусым аралығында түсірілген, біріншісі Sentinel-2 қашықтықтан зондтау спутнигімен, екіншісі Landsat-8 арқылы түсірілген. Бақыланатын жіктеу әдістері өртке және басқа сыныптарға жататын таңдалған индекс үлгілеріне қолданылды. Өрті анықтау индексі, Өсімдік жамылғы индексі және кластерлеу әдістері жақсы нәтиже көрсетті және 2023 жылдың 15 маусымдағы жағдай бойынша Landsat-8 суреттерінен өсімдік жамылғысы аз екендігі көрінеді.

Кілт сөз: Өрт аймағы, бақыланатын классификация, қашықтықтан зондтау, инфрақызыл диапазон.

1. Кіріспе

Өрт оттегін өндіру үшін маңызды болып табылатын ормандардың экожүйесіне үлкен зиян келтіреді. Сонымен қатар, өрттер қаржылық және материалдық шығын келтіріп, тұрғын үйлердің жоғалуына және адам шығынына әкеледі. Өрттің пайда болуының алдын алу мүмкін болмаса, басты міндет ертерек ескерту және оның одан әрі таралуын болдырмау болып табылады. Жергілікті билік пен төтенше жағдайлар қызметтері дер кезінде әрекет етіп, өрттің шығыны мен аумағын бағалауы керек. Өрт аймағы мен оның координаттары туралы қажетті ақпарат кеш алынады, үлкен аумақты бақылауға кадрлық ресурстар жеткіліксіз. Сондықтан, балама әдіс бір аумақты жиі түсірумен (күніне 3-4 рет) ғарыштық бақылау болуы мүмкін.

Қазақстанда өрттер негізінен жазда және күзде болып, далалар мен ормандарға әсер етеді; олар да ауыл шаруашылығына айтарлықтай экономикалық зиян келтіреді. Қазақстан аумағы 2 миллион 700 мың шаршы шақырымнан астам аумақты алып жатыр. Бұл аумақтың шамамен 5%-ын ормандар немесе орманды аумақтар алып жатыр. «Жасыл Ел-2022» мемлекеттік бағдарламасына сәйкес, қолданыстағы орман қорының үлесін ұлғайту және сақтау туралы айтылды. Жақында, 2023 жылдың маусымында Абай облысында өрт салдарынан 60 мың гектар орман зардап шекті, бұл Қазақстанда орын алған соңғы маңызды төтенше жағдай. Өрт залалын бағалау, оның ішінде қашықтықтан зондтау деректерін пайдалана отырып жүргізіледі.

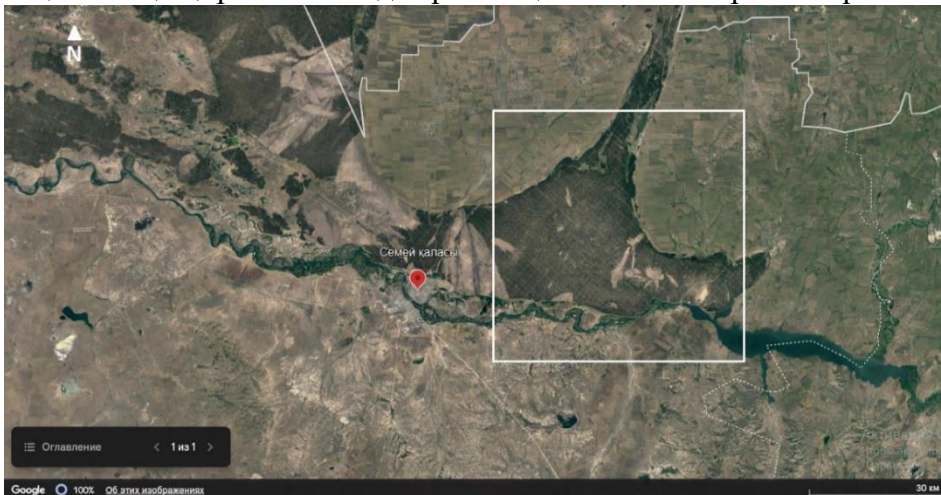
Қашықтықтан зондтау спутниктері өрт аймағын анықтауға қабілетті; олар ультракүлгіннен алыс инфрақызылға дейін әртүрлі оптикалық диапазондарда суретке түсіре алады. Жоғары кеңістіктік ажыратымдылықтағы кескіндер коммерциялық пайдалану үшін қол жетімді, ал орташа кеңістіктік ажыратымдылықтағы кескіндер жиі еркін қол жетімді. Sentinel-2 және Landsat-8/9 қашықтықтан зондтау деректері орташа кеңістіктік рұқсаты 10 метр немесе одан да көп пайдаланушыларға қолжетімді. Бұдан басқа, 10 метрден аз жоғары ажыратымдылықтағы қалғандары сатып алынады, олардың құны жоғарырақ, алынған кескіндердің кеңістіктік рұқсаты соғұрлым жоғары болады.

Өрттер ғарыштан шығу ошағынан қалың түтіннің болуы, өрт болған жердегі жанудың кара түсі және өрт ошағындағы температураның жоғарылауы сияқты белгілер арқылы анық көрінеді. Көрінетін спектрді қолданатын визуалды интерпретация жеткіліксіз; инфрақызыл спектрлер өрт ошақтарын анықтауға айтарлықтай көмектеседі. Шағын тұтану аймақтары жоғары ажыратымдылықтағы кескіндерде көрінеді. Дегенмен, бақылау аймағындағы бұлттылық кескіндердің сапасына айтарлықтай әсер етеді, мұнда тамаша нұсқа ашық ауа-райы сирек болады. Сондықтан, бірінші қадам ең аз бұлттылықпен қолайлы кескіндерді іздеу, содан кейін өрт аймағын анықтау үшін өңдеу жүргізіледі. Бұл жағдайлар жұмыс режимінде спутниктік суреттерді пайдалануды шектейді.

Өрттің зақымдану аймағын анықтау үшін қашықтан зондтау деректерін кескінді өңдеу әдетте арнайы бағдарламалық жасақтамада немесе пакеттерде орындалады. Erdas Imagine, ENVI және PCI Geomatics сияқты пакеттерді қашықтан зондтау деректерімен жұмыс істеу үшін пайдалануға болады. Олар лицензияланған, кейбіреулерінің құны көптеген модульдермен 10 000 долларға дейін жетуі мүмкін, пайдаланушы интерфейсі ыңғайлы болуы мүмкін. Сонымен қатар, Еуропалық ғарыш агенттігі әзірлеген және әзірлеушілер қауымдастығы қолдайтын EO Browser сияқты ақысыз бағдарламалар (ашық бастапқы код) бар. Өрт аймағын анықтау әдістері бұрын әзірленген болатын, мұнда Landsat-8, Sentinel-2 және MODIS қашықтықтан зондтау деректері басқа жоғары кеңістіктік ажыратымдылықтағы деректер кескіндерімен бірге қолданылған [1-6].

2. Зерттеу аймағы және деректер

2023 жылдың 8 маусымында Абай облысының 8 маусым күні сағат 12:03-те Семей қаласынан 25 шақырымдай қашықтықтағы Батпаев орман шаруашылығының 66 кварталында өрт шыққаны туралы хабар түсті. Өрт найзағайдың 2 рет соғуынан шыққан. Өрт 13 шілде күні сағат 13:00-де толығымен сөндірілді. Өртенген учаскенің жалпы ауданы 60 000 гектарды құрады. Жұмылдырылған күштер мен құралдардың көмегімен жалын 14 маусымда сағат 21:00-де оқшауланған еді, алайда бір ай өткен соң ғана толық сөндірілді. Google Earth деректері осы зерттеу аймағында қарағай, терек, қайың және басқа ағаштардан тұратын қалың орманды көрсетеді. Бұл орманды алқапты дала қоршап жатыр. Семей қаласы осы орман алқабының оңтүстік жағында орналасқан және оған іргелес орналасқан (1-сурет).



Сурет 1: Google Earth зерттеу аймағы, ақ тіктөртбұрыш контуры – қызығушылық аймағы (ROI)

Зерттеуге арналған Landsat-8/9 және Sentinel-2 жерсерігінің қашықтықтан зондтау деректері earthexplorer.usgs.gov, eo-browser ресурстарынан алынды. Спутниктік деректер тізімі 1-кестеде берілген. Өрт аймағына қатысты спутниктік суреттердің көріністері оны толығымен немесе ішінара жабады (Сурет 2). Қашықтықтан зондтау деректері 2023 жылдың 9 және 15 маусымындағы зерттеу аймағының ең аз бұлттылығы негізінде таңдалды.

Кесте 1. Спутниктік деректер

№	Жерсерік	Күні
1.	Sentinel-2	09.06.2023
2.	Landsat-8	15.06.2023



Сурет 2: Landsat-8, Sentinel-2В спутниктік суреттерінің көріністері (ақ шаршы жақтаулар) және зерттеу аймағы (қызыл сызықпен белгіленген)

3. Әдістеме

Өрт термиялық сәулелену көзі болып табылады, ол инфрақызыл сенсорлар арқылы анықталады, олардан толқын ұзындығы 0,85-тен 2,29 мкм-ге дейінгі спутниктік суреттер жасалады. Сондықтан бірінші процесс Landsat-8 және Sentinel-2В деректерінен жылу компонентін алу болады. Landsat-8 және Sentinel-2В үшін жылу компоненттерінің саны мен спектрі 2-кестеде берілген.

Кесте 2. Жақын және қысқа толқындар инфрақызыл жолақтары, толқын ұзындығы және пикселдік рұқсат

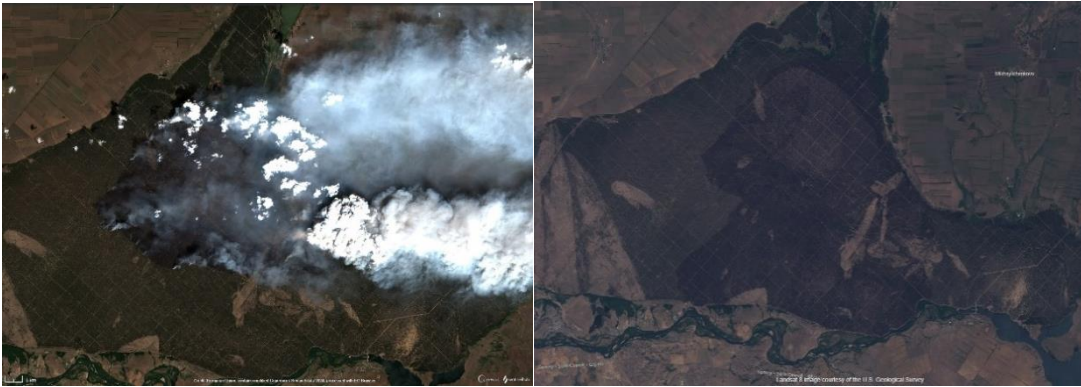
Спектр	Landsat-8	Sentinel-2
Жақын инфрақызыл (NIR)	Жолақ 5 (0.85 – 0.88 μm), 30 m	Жолақ 8a (0.865 μm), 20 m
Қысқа толқынды инфрақызыл (SWIR)	Жолақ 6 (1.57 – 1.65 μm), 30 m	Жолақ 9 (0.94 μm), 60 m
	Жолақ 7 (2.11 – 2.29 μm), 30 m	Жолақ 10 (1.375 μm), 60 m
		Жолақ 11 (1.61 μm), 20 m
		Жолақ 12 (2.19 μm), 20 m

Өрт аймағын RGB композитінде шынайы және жалған түстермен көрнекі түрде бағалайық. Жолақтар шынайы түсті RGB композиті үшін таңдалады:

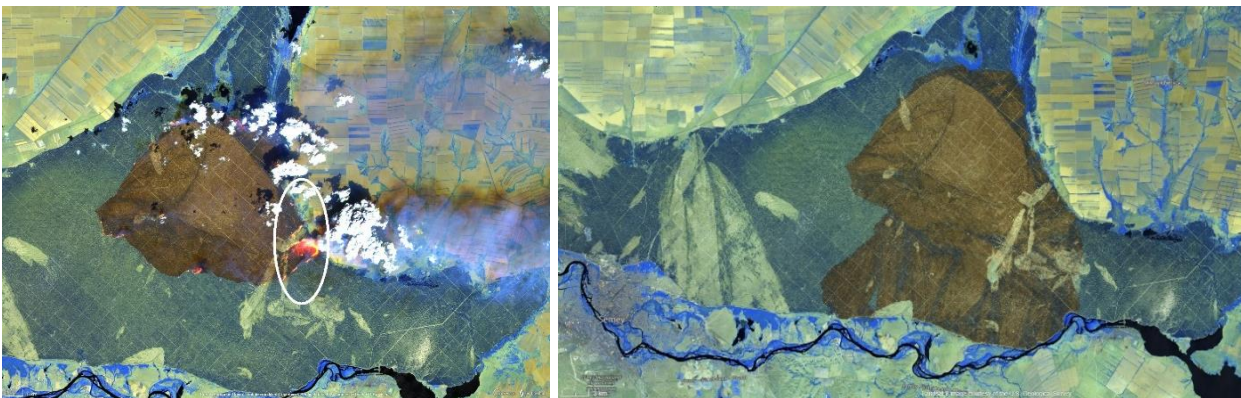
- 1) Landsat-8: Қызыл – 4 жолағы; Жасыл – 3 жолағы; Көк – 2-жолақ (3-сурет);
- 2) Sentinel-2В: Қызыл – 4 жолағы; Жасыл – 3 жолағы; Көк – 2-жолақ (3-сурет).

Жолақтар жалған түсті RGB композиті үшін таңдалады:

- 1) Landsat-8: Қызыл – 7 жолағы; Жасыл – жолақ 6; Көк – 5-жолақ (4-сурет);
- 2) Sentinel-2В: Қызыл – 12 жолағы; Жасыл – жолақ 11; Көк – 8a жолағы (4-сурет);



Сурет 3: 2023 жылғы 9 маусымдағы Sentinel-2 (сол жақта) және 2023 жылғы 15 маусымдағы Landsat-8 (оң жақта) үшін шынайы түсті RGB композиті

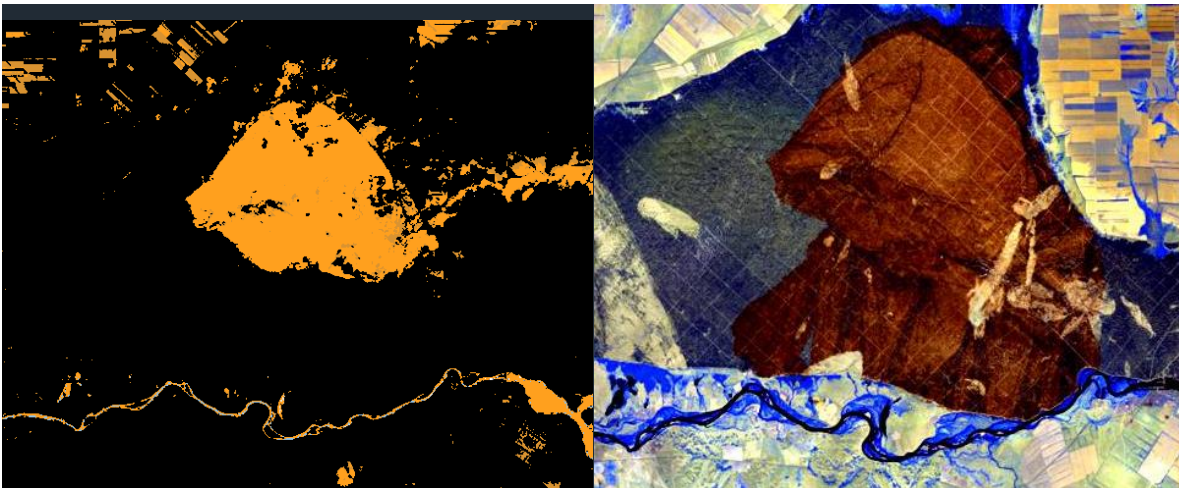


Сурет 4: 2022 жылғы 9 маусымдағы Sentinel-2B (сол жақта) және 2022 жылғы 15 маусымдағы Landsat-8 (оң жақта) үшін жалған түсті RGB композиті. Ақ сопақ контуры өрттің бар екенін көрсетеді.

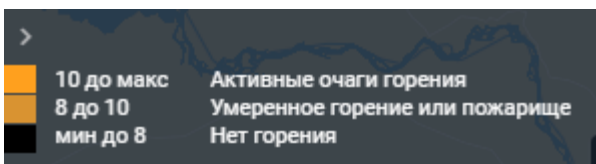
Landsat-8/9 және Sentinel-2 қашықтан зондтау деректерін өңдеу процесі ENVI бағдарламалық қамтамасыз етуінде жүзеге асырылады. EOS Data Analytics бағдарламалық құралының өнімділігі тексерілмеген. Дегенмен, бірдей өңдеу қадамдарын пайдалана отырып, біз бірдей оқыту үлгілері мен параметрлерін пайдалансақ, бірдей бақыланатын жіктеу нәтижелерін ала аламыз. Барлық өңдеу процестерін бір сценарийден немесе бағдарлама модулінен бастауға болатын бір өңдеуге біріктіруге болады. Sentinel Hub EO Browser модулі кейбір процестерді автоматтандырып, тиімділікті арттыра алады. Ол алдағы зерттеулерде тексерілетін болады [7, 8].

4. Нәтижелер

Өрт аймағын анықтау нәтижесі Sentinel-2 және Landsat-8 қашықтықтан зондтау спутниктерінің инфрақызыл деректерін пайдаланатын бақыланатын жіктеу әдістерінен тұрады. Олар бақыланатын классификациялық кескіндер ретінде ұсынылған.

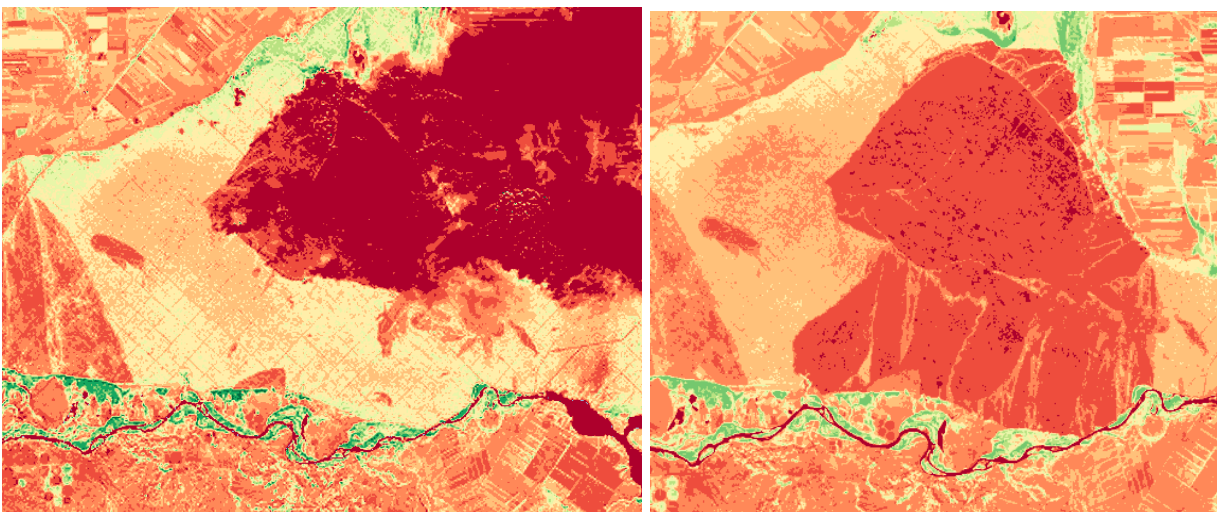


Сурет 5: 2023 жылғы 9 маусымдағы Sentinel-2 (сол жақта) және 2023 жылғы 15 маусымдағы Landsat-8 (оң жақта) үшін өртті анықтау көрсеткіші



Сурет 6: 2023 жылғы 9 маусымдағы Sentinel-2 үшін өртті анықтау көрсеткішінің нұсқаулығы

Sentinel-2 үшін Өртті анықтау индексі $B12/(B8A*B09)$ - бұл LandViewer бағдарламасындағы Өзгерістерді анықтау мүмкіндігімен ғана пайдалануға болатын техникалық көрсеткіш. Өртке дейінгі және өрт кезіндегі спутниктік суреттерді салыстырмалы талдау негізінде кез келген өрт түріне арналған белсенді өрттерді анықтау үшін осы индекспен Change Detection мүмкіндігін қолданып көруге болады.



Сурет 7: 2023 жылғы 9 маусымдағы Sentinel-2 (сол жақта) және 2023 жылғы 15 маусымдағы Landsat-8 (оң жақта) үшін NDVI өсімдік индексі

		м	га	%
0.9 до 1	Густая растительность		0.00	га
0.8 до 0.9	Густая растительность		50.49	га
0.7 до 0.8	Густая растительность		4 490.37	га
0.6 до 0.7	Густая растительность		5 763.51	га
0.5 до 0.6	Умеренная растительность		10 416.78	га
0.4 до 0.5	Умеренная растительность		27 353.70	га
0.3 до 0.4	Разреженная растительность		68 431.23	га
0.2 до 0.3	Разреженная растительность		84 542.85	га
0.1 до 0.2	Открытая почва		62 215.02	га
-1 до 0.1	Нет вегетации		12 074.67	га

Сурет 8: 2023 жылғы 15 маусымдағы Landsat-8 үшін өсімдік индексі шкаласы

NDVI $(B5-B4)/(B5+B4)$ - Өсімдік жамылғысының нормаланған дифференциалды индексі көбінесе құрғақшылықты бақылау, ауылшаруашылық өндірісін бақылау және болжау, өрт қауіпті аймақтарды болжауға көмектесу және шөлді саяхаттарды картаға түсіру үшін қолданылады. NDVI - салыстырмалы биомассаны көрсететін кескінді құруға мүмкіндік беретін стандартталған өсімдік индексі. NDVI есептеу үшін қызыл аймақтағы хлорофилді сіңіру және өсімдіктердің салыстырмалы түрде жоғары жақын инфрақызыл (NIR) шағылыстыруы қолданылады.

5. Қорытынды

Қашықтықтан зондтау спутниктері өрттің пайда болуын анықтау үшін бір аумақты күніне бірнеше рет жиі бақылап отыруы керек. Ғарыштық бақылау кезінде өртті анықтау үшін зерттелетін аумақтың үстіндегі бұлттылық ең аз болуы керек. Жылулық сәуле жұқа бұлттар арқылы өте алады, сондықтан бұлт астындағы көрінетін диапазонда көрінбейтін нәрсе инфрақызыл жолақтарда, соның ішінде өрт аймағында көрінеді. Осылайша, өрт аймағын табу үшін жақын және қысқа толқынды инфрақызыл сияқты инфрақызыл жолақтар қажет. Классификация суреттерінен кластерлеу әдістерімен ең жақсы нәтижелерді беретінін көруге болады. 9 маусымдағы жағдай бойынша Sentinel-2 кескіндерімен жоғарыда аталған әдістерге сәйкес өрт аймағы ауданындағы өрт анықтау көрсеткіші Landsat-8 суретінен аз болғанын көре аламыз. 15 маусымдағы жағдай бойынша Landsat-8 суреттерінен өсімдік жамылғысы аз екендігі көрінеді. Біріншісімен салыстырғанда соңғы елеулі өзгерістер 2023 жылдың 15 маусымындағы өрт аймағының шағын ауданына байланысты үлгілердің аз санымен түсіндіріледі. Жалпы алғанда өрт аймағын оның белсенді фазасында спутниктік суреттер арқылы анықтауға болады. Landsat-8/9 және Sentinel-2 инфрақызыл жолақтарда. Дегенмен, олар қазірдің өзінде өртеніп кеткен аумақта өрт шыққаннан кейін қолданылмайды. Өртке дейін және одан кейінгі кезінде екі спутниктік сурет болуы қажет. Содан кейін күйген учаске Нормалданған күйік коэффициенттеріндегі айырмашылықты есептеу арқылы негізделеді [9, 10].

6. Алғыс

Авторлар Еуропалық ғарыш агенттігі мен NASA-ға Sentinel-2, Landsat-8/9 қашықтықтан зондтау деректеріне тегін қол жеткізгені үшін алғыс білдіреді. Көмектері мен көмегі үшін келесі тұлғаларға ерекше алғыс, жылы лебіз және алғысымды білдіремін: менің жетекшім, Еуразия ұлттық университеті т.ғ.к., доцент Хуралай Молдамуратқызына өмірлік қолдауы мен көмегі үшін;

7. Әдебиеттер

1. Pacheco A. P. et al. Assessment of k-nearest neighbor and random forest classifiers for mapping forest fire areas in central portugal using landsat-8, sentinel-2, and terra imagery //Remote Sensing. – 2021. – Т. 13. – №. 7. – С. 1345.
2. Angelino C. V. et al. Post-Fire assessment of burned areas with Landsat-8 and Sentinel-2 imagery together with MODIS and VIIRS active fire products //IGARSS 2020-2020 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. – IEEE, 2020. – С. 6770-6773.

3. Veraverbeke S. et al. Evaluating Landsat Thematic Mapper spectral indices for estimating burn severity of the 2007 Peloponnese wildfires in Greece //International journal of wildland fire. – 2010. – T. 19. – №. 5. – C. 558-569.
4. Alcaras E. et al. Normalized Burn Ratio Plus (NBR+): a new index for sentinel-2 imagery //Remote Sensing. – 2022. – T. 14. – №. 7. – C. 1727.
5. Akhmediya A., Zeng Q. Use of Sentinel-1 data for earthquake damage assessment in cases of Amatrice and Sarpol-e Zahab //IGARSS 2018-2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. – IEEE, 2018. – C. 4877-4880.
6. Konkathi P., Shetty A. Inter comparison of post-fire burn severity indices of Landsat-8 and Sentinel-2 imagery using Google Earth Engine //Earth Science Informatics. – 2021. – T. 14. – C. 645-653
7. Delegido J. et al. Fire severity estimation in southern of the Buenos Aires province, Argentina, using Sentinel-2 and its comparison with Landsat-8 //Revista de Teledetección. – 2018. – №. 51. – C. 47-60.
8. Akhmediya A. et al. Use of sentinel-1 dual polarization multi-temporal data with gray level co-occurrence matrix textural parameters for building damage assessment //Pattern Recognition and Image Analysis. – 2021. – T. 31. – №. 2. – C. 240-250.
9. García-Llamas P. et al. Evaluation and comparison of Landsat 8, Sentinel-2 and Deimos-1 remote sensing indices for assessing burn severity in Mediterranean fire-prone ecosystems //International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. – 2019. – T. 80. – C. 137-144.
10. Bar S., Parida B. R., Pandey A. C. Landsat-8 and Sentinel-2 based Forest fire burn area mapping using machine learning algorithms on GEE cloud platform over Uttarakhand, Western Himalaya //Remote Sensing Applications: Society and Environment. – 2020. – T. 18. – C. 1003