

**Matchanov Muzaffar Jumanazarovich**  
**Urganch davlat universiteti gfn.dots.,**  
**Jumaboyev Ruslon Raximbergenovich**  
**Urganch davlat unversiteti o'qituvchisi**  
**Allanazarov Doniyor Yakub o'g'li**  
**Urganch Davlat universiteti o'qituvchisi**

**YERLARNI SHO'RLANISHINI SUNIY YO'LDOSHLARDAN  
OLINGAN MA'LUMOTLAR ASOSIDA ANIQLASH.  
DETERMINATION OF SOIL SALINITY BASED ON SATELLITE.**

**Annotatsiya:** Sho'rlanish butun dunyo bo'ylab sug'oriladigan yerlarda tuproq degradatsiyasining asosiy omillaridan biri hisoblanadi. Tuproq sho'rlanishini baholashning an'anaviy yondashuvlaridan farqli o'laroq, masofaviy zondlash multispektral ma'lumotlar qishloq xo'jaligi hududlarida tuproq sho'rlanishi muammolarini aniqlash, monitoring qilish va tekshirish uchun katta imkoniyatlarga egamiz. Ushbu tadqiqot Landsat 8 sun'iy yo'ldosh suratlaridan hisoblangan sho'rlanish darajasini baholashning to'rt turdagi multispektral ko'rsatkichlardan foydalangan tuproq sho'rlanishini baholashni o'rganadi: sho'rlanish ko'rsatkichlari, ya'ni ko'rinadigan ko'k, ko'rinadigan yashil, ko'rinadigan qizil va yaqin infraqizil diapazonlarga asoslangan.

**Kalit so'zlar:** tuproq sho'rlanishi, sho'rlanish indeksi (Salinity Index1, Salinity Index 2, Salinity Index 3, Salinity Index 4, Salinity Index 5), Google Earth Engine, Landsat 8OLI.

**Abstract:** Salinity is one of the main drivers of soil degradation in irrigated lands around the world. Unlike traditional approaches to soil salinity assessment, remote sensing multispectral data have great potential to identify, monitor, and investigate soil salinity problems in agricultural areas. This study investigates soil salinity estimation using four types of multispectral indices of salinity estimation calculated from Landsat 8 satellite images: salinity indices based on visible blue, visible green, visible red and near infrared bands.

**Key words:** soil salinity, salinity index (Salinity Index1, Salinity Index 2, Salinity Index 3, Salinity Index 4, Salinity Index 5), Google Earth Engine, Landsat 8OLI.

**Kirish:** Tuproqning sho'rlanishi tuproq ozuqa moddalarining mavjudligi va ekinlar hosildorligiga sezilarli salbiy ta'sir ko'rsatishi sababli o'simliklar va tuproq o'rtasidagi o'zaro ta'sirga ta'sir qiluvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. [ 1 , 2 ]. Bu holatni eng xavfli tuproq degradatsiyasi jarayonlaridan biridir desak bo'ladi.

Ko'pgina geologik (masalan, pedogenez), geomorfologik (masalan, balandlik gradientlari), meteorologik (masalan, yog'ingarchilik, havo harorati), gidrologik gidrogeologik (masalan, bug'lanish, er osti suvlarining chuqurligi va sifati) va boshqaruv (masalan, sug'orish va agrotexnika usullari) omillari. sug'oriladigan yerlarda tuproq sho'rlanish darajasiga potentsial ta'sir ko'rsatishi mumkin —

masalan, [ 3 , 4 , 5 , 6 ]. Xususan, qishloq xo'jaligining ayrim usullari qishloq xo'jaligi erlarining sho'rlanishiga sezilarli hissa qo'shadi: yerni noto'g'ri boshqarish va sug'orishning beqaror usullari sho'rlanishga olib keladi [7, 8, 9] ., 10 , 11 , 12 ].

Sho'rlanishning tuproq unumdorligiga va qishloq xo'jaligi mahsulotlariga salbiy ta'siri tufayli tuproq sifatini saqlash va sho'rlangan tuproqlarni rekultivatsiya qilish yo'llarini izlashga katta e'tibor berildi. Birinchi qadam zararlangan hududlarda tuproq va sho'rlanishining darajasini baholashdir.

Dala tadqiqotlari va laboratoriya tahlillari kabi an'anaviy usullar tuproq sho'rlanishini aniq xaritalashni ta'minlashga qodir bo'lsada, bunday usullar, ayniqsa, keng ko'lamli tadqiqotlar uchun ko'p vaqt, qimmat va mehnat talab qiladi. Degradatsiyaga uchragan yerlarni, ayniqsa, sho'rlangan tuproqlarni xaritalash va monitoring qilishda masofaviy zondlash texnologiyasini qo'llash bo'yicha so'nggi yutuqlar ushbu texnologiyalar ushbu vazifalarni bajarish tezligini, aniqligini va iqtisodiy samaradorligini oshirishga yordam berishini ko'rsatdi. Masofadan zondlash usullari tuproq sho'rlanishini o'lchash uchun an'anaviy dala namunalari va elektromagnit induksiya usullariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega, masalan, ularning katta hududni qamrab olishi, tez-tez qayta ko'rib chiqish vaqtlari va arzonligi: sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari va masofadan zondlash usullari tuproq sho'rlanishini boshqa an'anaviy yondashuvlarga qaraganda samaraliroq va tejamkorroq kuzatish imkoniyatiga ega [ 16 , 17 , 18 , 19 ].

Xususan, Multispektral asboblar (MSI) tasvirlari tuproq sho'rlanishini baholash xaritalarini yaratish uchun istiqbolli vosita ekanligini isbotladi. Evropa kosmik agentligi (ESA) Landsat 8 bu texnologiyaning namunalaridan biri bo'lib, keng elektromagnit spektr oralig'ida to'plangan 15 m dan 30 m gacha bo'lgan fazoviy o'lchamlari ma'lumotlarini, jumladan ko'rinadigan (RED), yaqin infraqizil (NIR), bu ma'lumotlar foydalanuvchilar uchun bepul ma'lumotlar sifatida mavjud va fazoviy-vaqt tasvirlashning keng doirasini qamrab oladi. Landsat 8 sun'iy yo'ldoshi har 16 kunda bir marta yuqori aniqlikdagi optik tasvirlarni va Yer yuzasini global qamrab olishni ta'minlaydi [20]. Bu kuzatishlar Landsat 8 multispektral tasvirini atrof-muhit monitoringi uchun potentsial vositaga aylantiradi va tuproqning sirt sho'rlanishini kuzatish va tuproqni boshqarishni baholash uchun foydali bo'lishi mumkin [ 11 , 12 ].

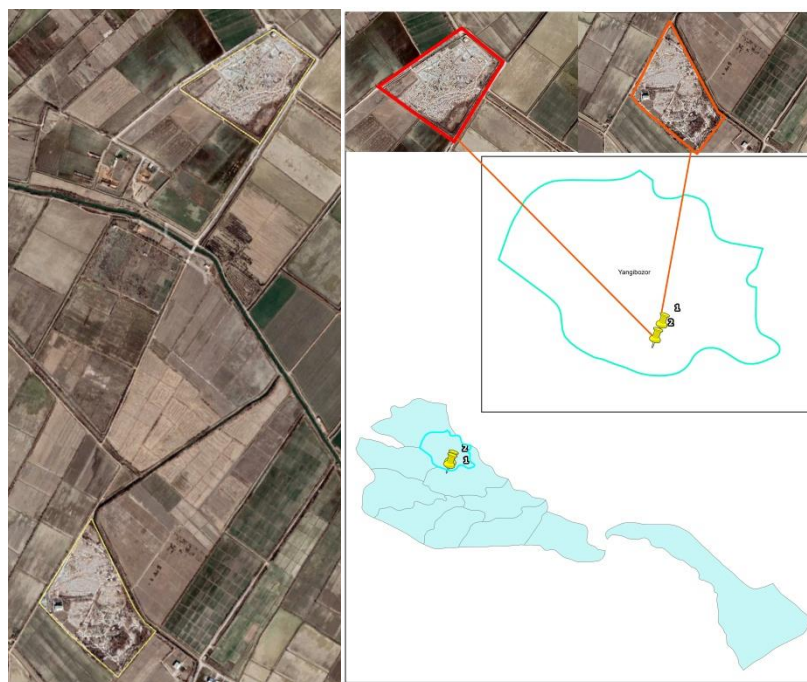
So'nggi yillarda sun'iy yo'ldosh tasvirlari [ 16 , 17 ] dan tuproq tuzidan ta'sirlangan hududlarni aniqlash uchun bir nechta sho'rlanish ko'rsatkichlari ishlab chiqilgan bo'lib , ular asosan sun'iy yo'ldosh sensorlarining turli diapazonlarida sho'rlangan tuproqlarning spektral belgisiga asoslanadi. To'g'ridan-to'g'ri sho'rlanish ko'rsatkichlari sifatida foydalanish mumkin bo'lgan bunday sho'rlanish indeksleri (Sanility Index) tuproq yuzasida tuz qobig'ining spektral aks etishini takidlaydi. Elektromagnit spektrning keng doirasini qamrab oluvchi ko'p vaqtli masofaviy zondlash ma'lumotlari [ 2 , 11 , 12 , 13 ] bir nechta tadqiqotlarda, ayniqsa BLUE, GEEN, Red va NIR aks ettirish ma'lumotlari asosida tuproq sho'rliigi ko'rsatkichlarini hisoblash uchun ishlatilgan [ 2., 17 , 19 , 20 , ]. Shu bilan birga, vegetatsiya indeksleri (VI) sho'rlangan tuproqlarni bilvosita tuproq sho'rlanishining ekinlarning o'sishi va o'simliklar stressiga salbiy ta'siri orqali baholash uchun ham qo'llanilishi mumkin.

Xorazm viloyatining daryo bo‘yi qirg‘oqlariga sholi ekilishi o‘qibatida Amudaryo suvining tarkibidagi tuz miqdori dalalarining sho‘rligini o‘shiradi va undan hosil bo‘lgan sizot suvlar ham viloyatning janubi g‘arbiy qismiga qarab oqishi oqibatida janubi g‘arbiy hududdagi yerlarni sho‘rlanish darajasini oshishiga sabab bo‘ladi.

Demak sho‘rlanish muammolarini baholash uchun Landsat 8 asosidagi asboblarning salohiyati mahalliy va mintaqaviy miqyosda suv va tuproq resurslarini boshqarish va saqlash, shuningdek, qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining barqarorligini yaxshilash uchun tadqiqotga loyiq.

Ushbu tadqiqotning maqsadi qishloq xo‘jaligi maydonlarida tuproq sho‘rlanishini tavsiflash uchun masofaviy zondlash sun‘iy yo‘ldosh ma‘lumotlarining imkoniyatlarini yaxshiroq tushunishga hissa qo‘shishdir. Tadqiqot Xorazm viloyatining yerlarining sho‘rlanishini Landsat 8 sun‘iy yo‘ldosh suratlaridan hisoblangan besh xil multispektral indekslardan foydalanadi: o‘simlik ko‘rsatkichlari va sho‘rlanish indeksleri, ya‘ni BLUE, GREEN, RED va NIR diapazonlari asoslanganlar. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, sho‘rlanish indeksleri tuproq sho‘rligini xaritalashda qo‘llanilishi mumkin va yerlarining tuproq sho‘rligini baholashning qimmatli vositasi hisoblanadi.

**Asosiy qism:** Ushbu tadqiqot Xorazm viloyatining hududa joylashgan ekin dalalarining Sho‘rlanish darajasini hisoblangan formulalardan foydalangan holda aniqlash qulayligi va Google Earth Engine platformasi asosida natijalarni tekshirishga asoslangan.



**1-rasm.** Xorazm viloyati Yangiobod tumanidagi qabristonlarning joylashuv karta sxemasi (2020 yilgi surati).

Landsat 8-9to‘plami ikkita eng so‘nggi uchirilgan Landsat sun‘iy yo‘ldoshlaridan (NASA/USGS tomonidan taqdim etilgan Landsat 8 va Landsat 9) tasvirlarni o‘z ichiga oladi. Ikkalasi ham 9 ta optik va 2 termal diapazonga ega

Operatsion Land Imager (OLI) va Termal Infraqizil Sensorni (TIRS) olib yuradi. Ushbu ikkita sensor global quruqlikni mavsumiy qamrab olishni ta'minlaydi.

Fazoviy o'lchamlari: pankromatik tarmoqli uchun 15 m va qolganlari uchun 30 m (termal bandlar 100 m dan qayta namuna olinadi).

Qayta ko'rish vaqti: 16 kun

Ma'lumotlar mavjudligi: 2013 yil fevral oyidan beri mavjud.

Umumiy foydalanish: o'simliklar monitoringi, erdan foydalanish, er qoplami xaritalari, o'zgarishlar monitoringi va boshqalarni o'z ichiga oladi.

Google Earth Engine platformasi asosida tasvirlar tanlandi. [20]; bu tasvirlarning bulut qoplami 15% dan kam edi, lekin ular har doim ikkita tadqiqot uchastkasi uchun bulutsiz edi. Landsat 8 sun'iy yo'ldoshi ma'lumotlarini qayta ishlash va kartografik materiallarni yaratish ArcGIS 10.8.0 Geografik axborot tizimida amalga oshirildi.

# Band	Name Band	Bandwidth (µm)	Spatial Res. (m)
Band 1	Coastal/Aerosol	0.435–0.451	30
Band 2	Blue	0.452–0.512	30
Band 3	Green	0.533–0.590	30
Band 4	Red	0.636–0.673	30
Band 5	NIR	0.851–0.879	30
Band 6	SWIR <sub>1</sub>	1.566–1.651	30
Band 7	SWIR <sub>2</sub>	2.107–2.294	30
Band 8	PAN	0.503–0.676	15
Band 9	Cirrus	1.363–1.384	30
Band10	TIR <sub>1</sub>	10.60–11.90	100
Band11	TIR <sub>2</sub>	11.50–12.51	100

1-jadval.Lansat 8 ma'lumotlarining tanlangan spektral diapazonlari va tasvirning fazoviy o'lchamlari.

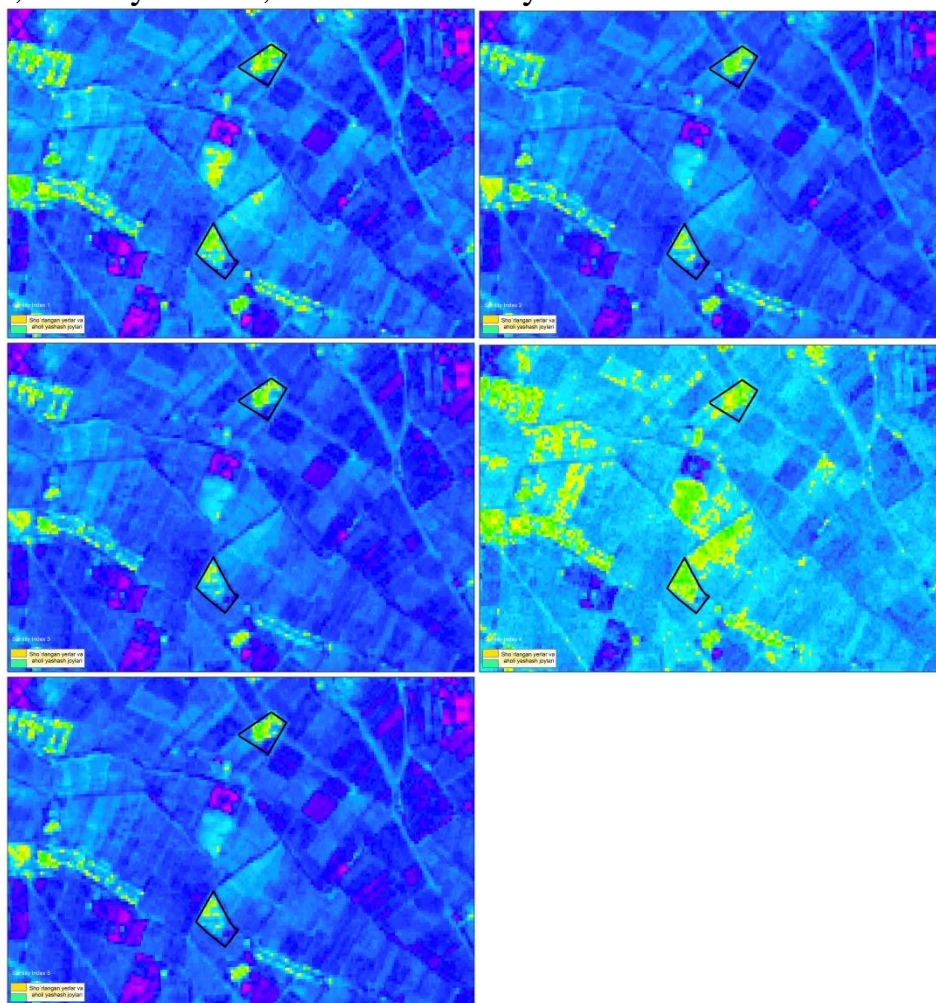
Salinity indices	Spectral Functions	Reference
Normalized Differential Salinity Index	$NDSI = \frac{R-NIR}{R+NIR}$	(Khan <i>et al.</i> , 2005)
Brightness index	$BI = \sqrt{R^2 + NIR^2}$	(Khan <i>et al.</i> , 2005)
Salinity Index 1	$SI1 = \sqrt{B+R}$	(Douaoui <i>et al.</i> , 2006)
Salinity Index 2	$SI2 = \sqrt{G^2 + R^2 + NIR^2}$	(Douaoui <i>et al.</i> , 2006)
Salinity Index 3	$SI3 = \frac{SWIR-1 \times SWIR-2 \times SWIR-2}{SWIR-1}$	(Bannari <i>et al.</i> , 2008)
Salinity Index 4	$SI4 = \frac{R \times NIR}{G}$	(Abbas and Khan, 2007)
Salinity Index 5	$SI5 = \frac{G \times R}{r}$	(Bannari <i>et al.</i> , 2008)

2- jadval. Landsat 8 sun'iy yo'ldosh suratlaridan olingan sho'rlanish indeksleri.

Shu bilan birga, Landsat 8 sun'iy yo'ldosh ma'lumotlaridan tuproq sho'rligining maxsus indeksleri, ya'ni Salinity Index1, Salinity Index2, Salinity Index3, Salinity Index4, Salinity Index5, ham olingan.

Landsat 8 sun'iy yo'ldosh suratlaridan tuproq sho'rligini baholash uchun foydalanish oxirgi yillarda o'rganildi [ 11 , 15 ]. Ko'p spektrli masofaviy zondlash ma'lumotlari tuproqning sho'rlanishini o'rganishda qo'llanilgan, chunki ularning keng qamrovli maydoni, qulay foydalanish va tasvirlarning fazoviy va spektral o'lchamlari nisbatan yaxshi [ 16 , 17 ]. Qishloq xo'jaligi sug'oriladigan hududlarda o'simliklar va sho'rlanish indekslarini qo'llash ortib bormoqda va tuproq sho'rlanishini baholashning samarali usulini tashkil etadi [ 13 , 18 ].

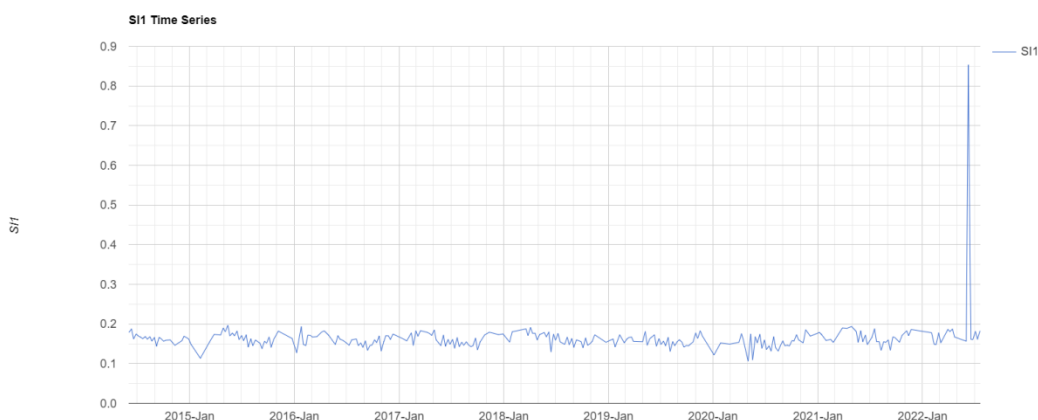
O'rganilayotgan hududlardagi sho'rlanish sharoitlarini o'rganish uchun 2014 va 2022 yillarga mo'ljallangan har bir tadqiqot uchastkasi uchun sho'rlanish darajasini aniqlashda Sanility Index1, Sanility Index2, Sanility Index3, Sanility Index4, Sanility Index5, indekslaridan foydalanildi.



Arc GIS dasturi yordamida sho'rlanish darajasi aniqlangan tadqiqot hududlarining karta sxemasi.



Google earth engine platformasida aniqlangan sho‘rlangan hududlar.



(Sanity index 1)ning yillar kesimida o‘zgarish jadvali

**Xulosa** qilib shuni aytishimiz mumkinki hozirgi kunda sho‘rlanish muammolarini google earth engine platformasi asosida keltirilgan fo‘rmular yordamida aniqlash samaraliroq natijalar beradi. Ma’lumotlar Xorazm viloyatining 2014-2022 yillar uchun. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, sho‘rlanish indeksleri tuproq sho‘rligini xaritalashda qo‘llanilishi mumkin, shuningdek sho‘rlanish muammosi bo‘lgan hududlarda tuproq sho‘rligini baholashning qimmatli vositasi hisoblanadi.

Xorazm viloyatining sug'oriladigan qishloq xo'jaligi hududlarida bunday tanazzulning fazoviy darajasini inventarizatsiya qilish haqida kamroq ma'lumot berilganligi sababli, masofadan zondlash texnologiyasi tomonidan ruxsat etilgan ushbu innovatsion yondashuv bunday hududlarning fazoviy darajasini tushunishga yordam beradi.

### Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati.

1. Asfaw, E.; Suryabhadgavan, K.V.; Argaw, M. Soil salinity modeling and mapping using remote sensing and GIS: The case of Wonji sugar cane irrigation farm. Ethiopia. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* **2018**, *17*, 250–258. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
2. Gorji, T.; Sertel, E.; Tanik, A. Monitoring soil salinity via remote sensing technology under data scarce conditions: A case study from Turkey. *Ecol. Indic.* **2017**, *74*, 384–391. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
3. Elnaggar, A.A.; Noller, J.S. Application of remote-sensing data and decision-tree analysis to mapping salt-affected soils over large areas. *Remote Sens.* **2010**, *2*, 151–165. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
4. Akramkhanov, A.; Martius, C.; Park, S.; Hendrickx, J. Environmental factors of spatial distribution of soil salinity on flat irrigated terrain. *Geoderma* **2011**, *163*, 55–62. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
5. Scudiero, E.; Skaggs, T.H.; Corwin, D.L. Regional scale soil salinity evaluation using Landsat 7, western San Joaquin Valley, California, USA. *Geoderma Reg.* **2014**, *2–3*, 82–90. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
6. Vermeulen, D.; Niekerk, A.V. Machine learning performance for predicting soil salinity using different combinations of geomorphometric covariates. *Geoderma* **2017**, *299*, 1–12. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
7. Metternicht, G.I.; Zinck, J.A. Remote sensing of soil salinity: Potentials and constraints. *Remote Sens. Environ.* **2003**, *85*, 1–20. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
8. Masoud, A.A.; Koike, K. Arid land salinization detected by remotely-sensed land cover changes: A case study in the Siwa region, NW Egypt. *J. Arid Environ.* **2006**, *66*, 151–167. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
9. Gorji, T.; Tanik, A.; Sertel, E. Soil salinity prediction, monitoring and mapping using modern technologies. *Procedia Earth Planet. Sci.* **2015**, *15*, 507–512. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
10. Corwin, D.L.; Scudiero, E. Review of soil salinity assessment for agriculture across multiple scales using proximal and/or remote sensors. In *Advances in Agronomy*; Sparks, D.A., Ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; Volume 158, 130p. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
11. Gopalakrishnan, T.; Kumar, L. Linking long-term changes in soil salinity to paddy land abandonment in Jaffna Peninsula, Sri Lanka. *Agriculture* **2021**, *11*, 211. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
12. Zhu, K.; Sun, Z.; Zhao, F.; Yang, T.; Tian, Z.; Lai, J.; Zhu, W.; Long, B. Relating hyperspectral vegetation indices with soil salinity at different depths for the diagnosis of winter wheat salt stress. *Remote Sens.* **2021**, *13*, 250. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

13. Lambert, J.J.; Southard, R.J. *Distribution of Saline and Alkaline Soils in the San Joaquin Valley: A Map of Valley Soils*; University of California Division of Agriculture and Natural Resources: Oakland, CA, USA, 1992. [[Google Scholar](#)]
14. Letey, J. Soil salinity poses challenges for sustainable agriculture and wildlife. *Calif. Agric.* **2000**, *54*, 43–48. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
15. Welle, P.D.; Mauter, M.S. High-resolution model for estimating the economic and policy implications of agricultural soil salinization in California. *Environ. Res. Lett.* **2017**, *12*, 094010. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
16. Allbed, A.; Kumar, L. Soil salinity mapping and monitoring in arid and semi-arid regions using remote sensing technology: A review. *Adv. Remote Sens.* **2013**, *2*, 373–385. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
17. Garcia, L.; Eldeiry, A.; Elhaddad, A. Estimating soil salinity using remote sensing data. In Proceedings of the 2005 Central Plains Irrigation Conference, Sterling, CO, USA, 16–17 February 2005; pp. 1–10. [[Google Scholar](#)]
18. Morshed, M.M.; Islam, M.T.; Jamil, R. Soil salinity detection from satellite image analysis: An integrated approach of salinity indices and field data. *Environ. Monit. Assess.* **2016**, *188*, 119. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
19. European Space Agency (ESA). SciHub. 2021. Available online: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> (accessed on 6 November 2021).
20. Taghadosi, M.M.; Hasanlou, M.; Eftekhari, K. Retrieval of soil salinity from Sentinel-2 multispectral imagery. *Eur. J. Remote Sens.* **2019**, *52*, 138–154. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]