



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

موسسه تحقیقات خاک و آب



نقشه برداری خاک‌های متأثر از نمک راهنمای فنی

مترجمین

میثم رضائی

وحیداله جهان‌دیده مهجن آبادی



۱۴۰۲

نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک راهنمای فنی

Published by arrangement with the
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
by the
Soil and Water Research Institute – Islamic Republic of Iran

منتشر شده با تنظیمات سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO)
توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب – جمهوری اسلامی ایران

این اثر توسط سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد- فائو (FAO) به زبان انگلیسی با عنوان "Mapping of salt-affected soils: Technical manual" منتشر شده است. این ترجمه فارسی توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب تنظیم گردیده است. در صورت مغایرت، نسخه زبان اصلی این اثر ارجحیت خواهد داشت."

"عناوین بکار رفته و مطالب مندرج در این اثر به هیچ‌وجه به معنای بیان عقاید خاص از طرف سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO) در مورد وضعیت حقوقی یا توسعه‌ای هر کشور، قلمرو، شهر یا منطقه یا مقامات آن، یا در مورد تعیین مرزها یا سرحدات آن کشور نمی‌باشد. اشاره به نام شرکت‌ها یا محصولات تولیدکنندگان خاص در این اثر، چه ثبت اختراع داشته باشند یا خیر، به معنای تأیید و توصیه آن‌ها توسط فائو نسبت به سایر شرکت‌ها و محصولات مشابهی که در این اثر ذکر نشده‌اند نمی‌باشد. نظرات بیان شده در خصوص این اطلاعات مربوط به نویسندگان (ها) بوده و لزوماً منعکس‌کننده نظرات یا سیاست‌های سازمان فائو نیست."

©"SWRI, 2022

©"FAO, 2020

ISBN: 978-622-6705-31-8



عنوان و نام پدیدآور	: نقشه برداری خاک‌های متأثر از نمک: راهنمای فنی/کریستین اوموت... [ودیگران] ؛ [توسط] سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (فائو) ؛ مترجم میثم رضایی، وحیداله جهان‌دیده‌مهجن‌آبادی ؛ ویراستار علمی ناصر دوات‌گر ؛ ویراستار ادبی زهرا محمدی.
مشخصات نشر	: کرج: موسسه تحقیقات خاک و آب، 1402.
مشخصات ظاهری	: 160 ص.؛ مصور (رنگی)، نقشه (رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	: 978-622-6705-31-8
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Mapping of salt- affected soils technical manual,2020.
یادداشت	: نویسندگان کریستین اوموت، رونالد ورگاس، آل مبارک عبدالمجید، نوحا محمد، کستیاتین ویاتین، یوسف ویگینی.
موضوع	: خاک -- نمک‌ها Soils, Salts in خاک -- نمک‌ها -- سنجش از دور Soils, Salts in -- Remote sensing خاک -- نقشه‌یابی Soil mapping خاک -- نقشه‌یابی -- سنجش از راه دور Soil mapping -- Remote sensing
شناسه افزوده	: اوموتو، کریستین
شناسه افزوده	: (Omuto, C. (Christian)
شناسه افزوده	: رضائی، میثم، 1361 - مترجم
شناسه افزوده	: جهان‌دیده مهجن‌آبادی، وحیداله، 1367 - مترجم
شناسه افزوده	: دواتگر، ناصر، 1339 - ویراستار
شناسه افزوده	: Davatgar , Naser
شناسه افزوده	: سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد
شناسه افزوده	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
شناسه افزوده	: موسسه تحقیقات خاک و آب
شناسه افزوده	: water research institute & Soil
رده بندی کنگره	: 595S
رده بندی دیویی	: 631/416
شماره کتابشناسی ملی	: 9276774
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا

مشخصات اثر

عنوان: نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک: راهنمای فنی

نویسندگان: کریستین اوموت، رونالد ورگاس، ال مبارک عبدالمجید، نوحا محمد، کستیاتین ویاتین و یوسف ویگینی

مترجمین: میثم رضائی و وحیداله جهان‌دیده مهجن‌آبادی

ناشر: موسسه تحقیقات خاک و آب

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات سنا

ویراستار علمی: ناصر دوات‌گر

ویراستار ادبی: زهرا محمدی

صفحه آرا: سمانه پورمنصور

طراح جلد: راضیه محمدی

شابک: 978-622-6705-31-8

سال انتشار: 1402

این اثر با شماره 3140226 در تاریخ 1402/5/2 در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نشانی: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین‌دشت، بلوار امام خمینی (ه)، موسسه تحقیقات خاک و آب

کد پستی: 3177993545

صندوق پستی: 311-31785

نمبر: 02636210121

تلفن: 026-36201900

وبسایت: <http://www.swri.ir>

پست الکترونیکی: info@swri.ir

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

ارجاع به کتاب

"رضائی، م؛ جهان‌دیده مهجن‌آبادی، و. 1401. نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک - راهنمای فنی. ترجمه. کرج، موسسه تحقیقات خاک و آب."

Omuto CT, Vargas RR, El Mobarak, AM, Mohamed N, Viatkin K, Yigini Y. 2020. *Mapping of salt-affected soils: Technical manual*. Rome, FAO <https://doi.org/10.4060/ca9215en>

نامگذاری‌ها استفاده شده و ارائه مطالب در این کتاب به معنای بیان عقاید از سوی سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) در مورد وضعیت حقوقی یا توسعه هر کشور، قلمرو، شهر یا منطقه یا مقامات آن و یا تعیین حدود مرزهای آن نیست. اشاره به نام شرکت‌های خاص و یا محصولات تولیدکنندگان، خواه ثبت اختراع شده و یا نشده باشند، در متن به معنای تأیید و یا توصیه آنها توسط فائو نسبت به دیگر موارد مشابه نیست که ذکر نشده است.

نظرات بیان شده در این کتاب نظر نویسنده (گان) است و لزوماً منعکس‌کننده نظرات و یا سیاست‌های فائو نیست.

ISBN 978-92-5-132687-9

© FAO, 2020



برخی از حقوق برای این کتاب محفوظ است. این اثر تحت مجوز Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO (CC BYNC-SA) Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO در (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode>) در دسترس می‌باشد. بر اساس شرایط این مجوز، این اثر می‌تواند برای اهداف غیر تجاری کپی، توزیع دوباره و یا استفاده شود، به شرط آنکه به طور مناسب به آن ارجاع داده شود. در هر گونه استفاده از این کتاب، هیچ پیشنهادی مبنی بر تأیید از سازمان فائو، محصولات و یا خدمات خاصی وجود ندارد. استفاده از آرم فائو مجاز نیست. در صورت

استفاده از کتاب نیاز به استفاده از همان مجوز Creative Commons و یا معادل آن است. اگر این اثر ترجمه شود، می‌بایست در آن به سلب مسئولیت زیر به همراه ارجاع مورد نیاز اشاره شود: "این ترجمه توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) انجام نشده است. فائو در قبال محتوا و یا صحت این ترجمه مسئولیتی ندارد. نسخه اصلی انگلیسی نسخه معتبر خواهد بود."

اختلافات ناشی از مجوز که نمی‌توانند به طور مسالمت‌آمیز حل و فصل شوند، با میانجی‌گری و داوری به شرح ماده 8 مجوز حل می‌شوند، مگر در موارد دیگری که در اینجا ذکر شده است. قوانین میانجی‌گری قابل اجرا، قوانین میانجی‌گری سازمان جهانی مالکیت فکری (<http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules>) خواهد بود و هرگونه داوری مطابق با قوانین داوری کمیسیون حقوق تجارت بین‌الملل سازمان ملل متحد (United Nations Commission on International Trade Law=UNCITRAL) انجام خواهد شد.

مطالب شخص ثالث. کاربرانی که مایل به استفاده دوباره از مطالب این کتاب مانند جداول، شکل‌ها یا تصاویر، هستند که به شخص ثالث نسبت داده می‌شود، مسئولیت گرفتن اجازه برای استفاده دوباره از آن و یا حق چاپ را از منتشرکننده و نویسنده را بر عهده دارند. خطر ادعاهای ناشی از نقض هر جز متعلق به شخص ثالث در کتاب فقط به عهده کاربر است.

فروش، حقوق و صدور مجوز. محصولات اطلاعاتی FAO در وب سایت (www.fao.org/publications) در دسترس هستند و می‌توان آن‌ها را از آدرس Publications-sales@fao.org خریداری کرد. درخواست‌های استفاده تجاری باید از آدرس: www.fao.org/contact-us/licence-request ارسال شوند. همچنین سوالات مربوط به حقوق و صدور مجوز باید به آدرس copyright@fao.org ارسال شوند.

تصاویر جلد و پشت جلد: ©FAO/Christian Omuto

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

أ.....	سخن مترجمین
ب.....	پیشگفتار
ج.....	تشکر و قدردانی
د.....	اختصارات
و.....	نمادها و نشانه‌گذاری‌ها
ز.....	همکاران
ح.....	چکیده

بخش اول - پیشینه اطلاعات 1

2.....	1- مقدمه
6.....	1-1- معرفی بخش‌های مختلف کتاب
7.....	2- ویژگی‌های خاک‌های متأثر از نمک
7.....	1-2- پیدایش خاک‌های متأثر از نمک
7.....	1-1-2- مدل برهمکنش خاک‌ها- آب - اقلیم
8.....	2-1-2- مدل ته‌نشینی مستقیم
9.....	2-2- ویژگی‌ها
11.....	2-3- شاخص‌های ارزیابی خاک‌های متأثر از نمک
13.....	2-4- عوامل محرک تشکیل نمک در خاک
14.....	2-4-1- عوامل محرک اولیه
15.....	2-4-2- عوامل محرک ثانویه
16.....	2-5- طبقه‌بندی خاک‌های متأثر از نمک
19.....	2-6- توزیع جهانی خاک‌های متأثر از نمک
22.....	3- روش‌های نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک
23.....	3-1- روش‌های مبتنی بر نقشه‌های خاک و نظر کارشناس
25.....	3-2- استفاده از نرم‌افزار سنجش از دور

- 3-3-3- روش‌های مبتنی بر شاخص‌های نمک خاک 30
- 4-3-4- داده‌ها مورد نیاز برای نقشه‌برداری شوری خاک 33
- 1-4-3- داده‌های خاک 33
- 1-1-4-3- ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری شده 33
- 2-1-4-3- ویژگی‌های توده خاک و نقشه‌های خاک 35
- 2-4-3- اطلاعات عوامل تشکیل‌دهنده خاک 35
- 3-4-3- داده‌های کمکی 36
- 4-4-3- مدل‌های تبدیل 38

بخش دوم - توسعه اطلاعات خاک‌های متأثر از نمک 41

- 4-4- آماده‌سازی برای تهیه نقشه خاک‌های متأثر از نمک در مقیاس چندگانه 41
- 1-4- موارد مورد نیاز 41
- 1-1-4- داده‌های ورودی 42
- 2-1-4- رایانه و نرم‌افزار 44
- 3-1-4- مثال داده برای نشان دادن نقشه‌برداری مکانی خاک‌های متأثر از نمک 44
- 2-4- نیازهای نرم‌افزاری برای نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک 46
- 1-2-4- الزامات نرم‌افزاری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) 46
- 2-2-4- الزامات هماهنگ‌سازی داده‌ها 48
- 3-2-4- الزامات مدل‌سازی مکانی 50
- 3-4- آماده‌سازی داده‌ها و اطلاعات ورودی برای نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک 50
- 1-3-4- سازماندهی صفحه گسترده داده‌ها 52
- 2-3-4- سازماندهی لایه‌های GIS 56
- 3-3-4- هماهنگ‌سازی لایه‌های ورودی GIS 56
- 1-3-3-4- هماهنگ‌سازی سیستم مرجع مختصات 56
- 2-3-3-4- هماهنگ‌سازی قالب/فرمت لایه 58
- 3-3-3-4- هماهنگ‌سازی تصاویر سنجش از دور 59
- 4-3-3-4- هماهنگ‌سازی داده‌های پستی و بلندی 62
- 4-3-4- ورودی پایگاه داده سیستم اطلاعات جغرافیایی 63
- 5- رویکرد نقشه‌برداری جهانی کشورمحور 66
- 1-5- تاریخچه 66
- 2-5- مرحله 1: هماهنگ‌سازی داده‌ها 71
- 1-2-5- هماهنگ‌سازی لایه‌های GIS 71
- 2-2-5- هماهنگ‌سازی داده‌های ورودی خاک 77

- 85 3-5- مدل سازی مکانی شاخص ها
- 85 1-3-5- انتخاب مدل مناسب
- 89 2-3-5- ساخت و آزمون مدل
- 92 3-3-5- پیش بینی مکانی و ارزیابی عدم قطعیت
- 95 4-5- مدلسازی مکانی خاک های متأثر از نمک
- 95 1-4-5- مدلسازی مکانی خاک های متأثر از نمک
- 97 2-4-5- ارزیابی صحت
- 99 3-4-5- ارزیابی عدم قطعیت
- 106 5-5- به روز رسانی نقشه
- 106 1-5-5- ارزیابی نیازهای به روز رسانی
- 107 2-5-5- نمونه برداری برای پایش و پر کردن شکاف

بخش سوم - اشتراک گذاری اطلاعات و پویایی منابع 111

- 111 6- مستندسازی محصول و اشتراک گذاری اطلاعات
- 111 1-6- مستندسازی محصول
- 112 1-1-6- نقشه نگاری عناصر نقشه
- 115 2-1-6- متافایل نقشه
- 115 2-6- اشتراک گذاری اطلاعات
- 119 3-6- پویایی منابع
- 119 1-3-6- راهبردهای پویایی منابع
- 119 1-1-3-6- نیازسنجی ها
- 122 2-1-3-6- شناسایی منابع
- 123 3-1-3-6- برنامه پویایی منابع
- 124 4-6- برنامه توسعه ظرفیت فنی برای توسعه اطلاعات مکانی
- 124 1-4-6- بررسی کوتاه و گزیده برنامه
- 125 2-4-6- مدت زمان و الزامات
- 126 3-4-6- اهداف و دستاوردها
- 127 4-4-6- فهرست
- 129 5-4-6- روش سخنرانی کردن
- 129 6-4-6- محصولات قابل تحویل
- 131 منابع
- 141 واژه نامه
- 146 پیوست ها

- 146 پیوست الف: بارگیری/دانلود نمونه تصویر از USGS
- 150 پیوست ب: سوالات متداول هنگام اجرای R
- 156 پیوست پ: بررسی سازماندهی صحیح داده‌ها در اکسل

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
3	شکل 1-1- نتایج نظرسنجی درباره داده‌های کشورها برای نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک
5	شکل 2-1- چارچوب کشور محور برای نقشه‌برداری جهانی خاک‌های متأثر از نمک
7	شکل 1-2- مسیره‌های پیدایشی برای توسعه خاک‌های متأثر از نمک
10	شکل 2-2- تصویر گرافیکی از ویژگی‌های خاک‌های متأثر از نمک
20	شکل 3-2- مساحت خاک‌های متأثر از نمک با شدت‌های مختلف در جهان
21	شکل 4-2- توزیع جهانی خط ساحلی و دره‌های رودخانه‌ای متأثر از نمک
22	شکل 1-3- چارچوب توسعه روش‌های نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک
24	شکل 2-3- نمونه نقشه خاک‌های متأثر از نمک
26	شکل 3-3- چارچوب سنجش از دور سطح زمین
29	شکل 4-3- نقشه جهانی شوری خاک با استفاده از سنجش از دور
31	شکل 5-3- رویکردهای استفاده از شاخص‌های خاک در نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک
32	شکل 6-3- توزیع جهانی خاک‌های متأثر از نمک
37	شکل 7-3- اطلاعات موردنیاز برای نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک
42	شکل 1-4- الزامات نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک در مقیاس چندگانه
45	شکل 2-4- موقعیت نیمرخ‌های خاک در منطقه مطالعه شده سودان شمال
49	شکل 3-4- هماهنگ‌سازی داده‌های ورودی در نقشه‌برداری چند مقیاس خاک‌های متأثر از نمک
52	شکل 4-4- مراحل محافظت از فایل دارای داده‌های اصلی
53	شکل 5-4- قالب داده‌های ورودی در صفحه گسترده
55	شکل 6-4- ذخیره صفحه گسترده در فایل اکسل به‌عنوان فایل متن CSV
57	شکل 7-4- طرح‌ریزی دوباره/ باز تولید لایه سیستم اطلاعات جغرافیایی در نرم افزار QGIS
59	شکل 8-4- مراحل تبدیل فایل بردار به شطرنجی (وکتور به رستر) در QGIS
60	شکل 9-4- پردازش تصویر با استفاده از پلاگین طبقه‌بندی نیمه خودکار
61	شکل 10-4- ادغام/ موزاییک تصاویر سنجش از دور

- شکل 4-11- برش تصویر با استفاده از QGIS. 62
- شکل 4-12- مراحل تحلیل دیجیتالی خاک در نرم افزار SAGA. 63
- شکل 4-13- توسعه پایگاه اطلاعات خاک‌های متأثر از نمک 64
- شکل 4-14- ایجاد پایگاه هماهنگ‌سازی شده مکانی داده در نرم‌افزار ILWIS 65
- شکل 5-1- رویکرد مقیاس چندگانه برای نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک بر اساس نقشه‌های شاخص 68
- شکل 5-2- توزیع فراوانی آماری تجربی شاخص تصاویر سنجنش از دور از داده‌های منطقه مطالعه شده در سودان 75
- شکل 5-3- همبستگی شاخص‌های تصویر و طرح ترسیمی مؤلفه اصلی آنها 76
- شکل 5-4- تصویر گرافیکی از رابطه بین هدایت الکتریکی ظاهری (ECA) و هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC_{SE}) 81
- شکل 5-5- نمونه هماهنگ‌سازی عمق برای هدایت الکتریکی عصاره اشباع 83
- شکل 5-6- نمودار حبابی برای EC هماهنگ‌سازی شده در 0-30 سانتی‌متر خاک سطحی ... 74
- شکل 5-7- توزیع فراوانی قبل و بعد از تبدیل داده هدایت الکتریکی 85
- شکل 5-8- نمودار گرافیکی توزیع فراوانی با حدود پیش‌بینی‌ها در فاصله اطمینان 95% ... 90
- شکل 5-9- نمودار گرافیکی هدایت الکتریکی پیش‌بینی شده در برابر اندازه‌گیری شده 91
- شکل 5-10- نمایش داده‌های اعتبارسنجی (نقاط نمونه‌برداری) هدایت الکتریکی در نقشه پیش‌بینی (نقشه ویژگی) 93
- شکل 5-11- پیش‌بینی مکانی در فاصله اطمینان 95% و همپوشانی نقاط اعتبارسنجی 95
- شکل 5-12- نقشه خاک‌های متأثر از نمک (0-30 سانتی‌متر) 96
- شکل 5-13- تصویر گرافیکی از دقت طبقه‌بندی برای خاک‌های متأثر از نمک 99
- شکل 5-14- مراحل برآورد عدم قطعیت مونت کارلو 100
- شکل 5-15- توابع همبستگی برای هدایت الکتریکی (0-30 سانتی متر) 102
- شکل 5-16- تحقق‌های شبیه‌سازی شده از شاخص‌های ورودی خاک نرمال شده 104
- شکل 5-17- نقشه خاک سطحی متأثر از نمک (0-30 سانتی‌متر) در منطقه مورد مطالعه .. 106
- شکل 5-18- تعداد و توزیع مکانی نمونه‌ها برای به روزرسانی 109
- شکل 6-1- نمایش شوری در نقشه‌ها 113
- شکل 6-2- نمونه مستندات در طرح‌بندی نقشه 114
- شکل 6-3- نمونه از متافایل دارای فراداده نقشه 115
- شکل 6-4- جنبه‌هایی که هنگام برنامه‌ریزی می‌بایست برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات در نظر گرفته شوند 116
- شکل 6-5- راهبردهای پویایی منابع برای ساخت و بروزرسانی اطلاعات خاک در خاک‌های متأثر از نمک 121

شکل الف-1- سطح مشترک EARTH-EXPLORER برای بارگیری داده‌ها 147
شکل الف-2- انتخاب مجموعه داده: A - ELEVATION، B - MODIS و C - LANDSAT و
148 SENTINEL

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
6	جدول 1-1- معرفی کتاب.....
11	جدول 1-2- ویژگی‌های خاک‌های متأثر از نمک.....
12	جدول 2-2- خلاصه‌ای از ویژگی‌های خاک استفاده شده برای تشخیص خاک متأثر از نمک..
13	جدول 2-3- عوامل محرک تشکیل نمک در خاک.....
17	جدول 2-4- سطوح شدت شوری و سدیمی در خاک.....
18	جدول 2-5- طبقه‌بندی شدت نمک با استفاده از معیارهای وزنی.....
19	جدول 2-6- برآورد جهانی مساحت مناطق متأثر از نمک (میلیون در هکتار).....
27	جدول 1-3- ویژگی‌های متداول تصویر سنجش از دور برای نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک.
28	جدول 2-3- نمونه‌هایی از روابط متداول باند تصویر برای نقشه‌برداری شوری خاک.....
33	جدول 3-3- خلاصه داده‌های موردنیاز برای نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک.....
34	جدول 3-4- خلاصه ویژگی‌های خاک برای نقشه‌برداری شوری.....
39	جدول 3-5- مدل‌های تبدیل EC در دسترس.....
	جدول 1-4- کمترین داده و اطلاعات ورودی موردنیاز برای تهیه نقشه خاک‌های متأثر از نمک در مناطق وسیع.....
43	جدول 2-4- اطلاعات ورودی منطقه مورد مطالعه سودان شمالی.....
46	جدول 1-5- بسته‌های نرم‌افزار R و کاربرد آنها در نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک در مقیاس‌های چندگانه.....
69	جدول 1-6- فهرست خلاصه برای توسعه و به اشتراک‌گذاری نقشه‌های در سطح کشور از خاک‌های متأثر از نمک.....
118	جدول 2-6- مراحل برنامه‌ریزی برای پویایی منابع برای اطلاعات به روز شده در خاک‌های متأثر از نمک.....
124	جدول 3-6- خلاصه کلی آموزش عمومی.....
127	

سخن مترجمین

این کتاب مطالب مفیدی درباره نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک بیان می‌کند. در این ترجمه سعی شد مطالب گویا و با حفظ محتوای اصلی به زبان فارسی برگردان شود. تا جایی که امکان داشت معادل کلمات تخصصی بیان شد اما از آنجا که شالوده کتاب برپایه استفاده از مدل‌ها و نرم‌افزارهای تخصصی برای نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک است تلاش شد که از همان کلمات که در نرم‌افزارها و مدل‌ها وجود دارد استفاده شود که کاربرد مطالب برای دانشجویان، کارشناسان و محققان ساده شده و در نتیجه کاربر و خواننده سردرگم نشود. یادآوری می‌شود که متن اصلی دارای نواقص و اشتباهاتی بوده که با نویسنده اول مکاتبات لازم انجام شد و انشاءالله پس از اصلاح متن اصلی توسط نویسندگان در ترجمه‌های بعدی ویرایش خواهد شد. امید است که این اثر مفید فایده قرار گیرد. بی‌شک هر اثر دارای نواقص و اشکالاتی است که اینجانبان پیشنهادات و انتقادات را با جان و دل خریده و بر این عقیده‌ایم که سبب ارتقاء متن و افزایش اطلاعات مترجمان نیز خواهد شد. این ترجمه توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) انجام نشده است. فائو در برابر محتوا و یا درستی این ترجمه مسئولیتی ندارد. و از دیدگاه فائو نسخه اصلی انگلیسی نسخه معتبر خواهد بود.

با تقدیم احترام

پیشگفتار

مقدمه

خاک‌های متأثر از نمک مانند خاک‌های شور و یا سدیمی در همه قاره‌ها و با سطوح مختلف از نظر شدت توزیع شده‌اند. این خاک‌ها، خاک‌هایی با مقادیر زیاد نمک‌های محلول و یا یون‌های سدیم هستند. اطلاعات به روز شده درباره توزیع و عوامل محرک این خاک‌ها نخستین گام برای مدیریت پایدار آن‌ها است. این کتاب رهنمودهای فنی و رویکردی را برای توسعه اطلاعات خاک در چند مقیاس هماهنگ درباره خاک‌های متأثر از نمک ارائه می‌دهد. این کتاب در سه بخش شامل هفت فصل تنظیم شده است. این بخش‌ها به ترتیب تنظیم اما به صورت مستقل طراحی شده‌اند تا خوانندگان بتوانند هر بخش را به طور جداگانه مطالعه کنند. بخش یک اطلاعات اولیه را ارائه می‌دهد. این بخش دارای سه فصل است که به شکل کوتاه به بررسی متون مربوط به ویژگی‌ها و روش‌های نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک می‌پردازند. این بخش برای نشان دادن مفاهیم اساسی، ارتباط ویژگی‌های خاک‌های متأثر از نمک با داده‌های ورودی موردنیاز برای نقشه‌برداری آن‌ها، روش‌های طبقه‌بندی موجود و توزیع جهانی این خاک‌ها در نظر گرفته شده است. بخش دوم روش‌هایی را برای توسعه اطلاعات مکانی چند مقیاسه از خاک‌های متأثر از نمک پوشش می‌دهد. این بخش دارای دو فصل است که نیازها، آماده‌سازی داده‌های ورودی و مراحل توسعه اطلاعات مکانی خاک‌های متأثر از نمک را شرح می‌دهد. همچنین، چگونگی هماهنگی و تلفیق داده‌ها از منابع و ویژگی‌های مختلف برای تولید اطلاعات خاک‌های متأثر از نمک را بیان می‌کند. بخش سوم شامل به اشتراک‌گذاری اطلاعات و پویایی منابع در توسعه اطلاعات خاک‌های متأثر از نمک است. دستورالعمل‌هایی برای تهیه نقشه‌های مکانی و مراحل برای بهبود محصول برای استفاده نهایی کاربران از اطلاعات در این بخش فراهم شده است. این بخش همچنین شامل یک برنامه آموزش عمومی برای ایجاد ظرفیت فنی برای نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک است. همچنین، این برنامه آموزشی به عنوان یکی از مراحل هماهنگ‌سازی توسعه محصول در نقشه‌برداری چند مقیاس است.

تشکر و قدردانی

داده‌های استفاده شده در این کتاب از منابع مختلف تهیه شده‌اند. دولت سودان از راه مرکز تحقیقات کشاورزی (ARC¹) در واد مدنی²، اجازه استفاده از داده‌ها و برخی از متغیرهای خاک آن‌ها را اعلام نمود. تصاویر سنجش از دور و داده‌های ارتفاع از وبسایت سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) بارگیری شدند. پشتیبانی فنی و مالی از سوی سازمان خواربار و کشاورزی (FAO) با مشارکت جهانی خاک (GSP) تأمین شد.

¹ Agriculture Research Centre

² Wad Madani

اختصارات

ADR	Amplitude Domain Reflectometry	بازتاب سنج میدانی
ASAL	Arid and Semi-Arid Land	اراضی خشک و نیمه خشک
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer	رادئومتر بازتابی پیشرفته فضاگرد و گسیل گرمایی
AVHRR	Advanced Very-High-Resolution Radiometer	رادئومتر پیشرفته با وضوح بسیار بالا
BI	Brightness Index	شاخص درجه روشنایی
CRSI	Canopy Response Salinity Index	شاخص شوری پاسخ تاج پوشش
CRS	Coordinate Reference System	سیستم مرجع مختصات
CSV	Comma Separated Values	مقادیر جدا شده با کاما
DEM	Digital Elevation Model	مدل رقومی ارتفاع
EC	Electrical Conductivity	هدایت الکتریکی
ER	Electrical Resistivity	مقاومت الکتریکی
EMI	Electromagnetic Induction	القای الکترومغناطیسی
EOLSS	Encyclopedia of Life Support Systems	دایره المعارف سیستم‌های پشتیبانی از زندگی
ESA	European Space Agency	آژانس فضایی اروپا
ESP	Exchangeable Sodium Percent	درصد سدیم تبادلی
ESPG	European Petroleum Survey Group	گروه نظارت نفت اروپا
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد
FDR	Frequency Domain Reflectometry	بازتاب‌سنج بسامدی
GIS	Geographic Information System	سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی
GLS	Global Land Survey	نقشه‌برداری جهانی زمین
GLOIS	Global Soil Information System	سیستم اطلاعات جهانی خاک
GLOVIS	Global Visualization	تجسم جهانی
GSOCmap	Global Soil Organic Carbon Stock Map	نقشه جهانی ذخیره کربن آلی خاک
GSP	Global Soil Partnership	مشارکت جهانی خاک
GSSmap	Global Soil Salinity Map	نقشه جهانی شوری خاک
HWSD	Harmonized World Soil Database	پایگاه هماهنگ شده داده جهانی خاک
IPR	Intellectual Property Rights	حقوق مالکیت فکری
ITPS	Inter-governmental Technical panel on Soils	هیأت فنی بین دولتی خاک‌ها
ME	Mean Error	خطای میانگین
MC	Monte Carlo	مونت کارلو

اختصارات

MLD	Minimum Legible Distance	حداقل فاصله خوانا
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer	تابش‌سنج طیفی تصویربرداری با وضوح متوسط
NIR	Near Infrared	مادون قرمز نزدیک
NDSI	Normalized Difference Salinity Index	شاخص تفاوت شوری نرمال شده
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی
NRCS	Natural Resources Conservation Service	خدمات حفاظت از منابع طبیعی
NSE	Nash-Sutcliff coefficient of Efficiency	ضریب کارایی نش-ساتکلیف
NSI	Normalized Salinity Index	شاخص شوری استاندارد شده
OC	Organic carbon	کربن آلی
OLI	Operational Land Imager	تصویربردار عملیاتی زمین
PCA	Principal Component Analysis	تجزیه به مؤلفه‌های اصلی
RMSE	Root Mean Square Error	ریشه میانگین مربعات خطا
SR	Salinity Ratio	نسبت شوری
SAR	Sodium Adsorption ratio	نسبت جذب سدیم
SAVI	Salinity Adjusted Vegetation Index	شاخص پوشش گیاهی تعدیل شده خاک
SDI	Spatial Data Infrastructure	زیرساخت داده‌های مکانی
SI	Salinity Index	شاخص شوری
SIOR	Sodium –Ion Ratio	نسبت یون-سدیم
SWIR	Shortwave Infrared	مادون قرمز با طول موج کوتاه
TCP	Technical Cooperation Project	پروژه همکاری فنی
TDR	Time Domain Reflectometry	بازتاب‌سنج دامنه زمانی
TDS	Total Dissolved Solids	کل جامدات محلول
TDI	Total Dissolved Ions	کل یون‌های محلول
TSS	Total Soluble Salt	کل نمک‌های محلول
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	هواپیماهای بدون سرنشین
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی سازمان ملل متحد
USDA	United States Department of Agriculture	وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا
USGS	United States Geological Survey	سازمان زمین شناسی آمریکا
VSSI	Vegetation Soil Salinity Index	شاخص گیاهی شوری خاک
WoSIS	World Soil Information Service	خدمات اطلاعات جهانی خاک

نمادها و نشانه‌گذاری‌ها

EC _{SE}	هدایت الکتریکی عصاره خاک اشباع
EC _S	هدایت الکتریکی محلول آب و خاک
EC _a	هدایت الکتریکی توده خاک درجا (هدایت الکتریکی ظاهری)
g l ⁻¹	گرم در لیتر
pH	واکنش خاک (اسیدیته یا قلیایی بودن)
MOD9A1	نماد MODIS برای دسته بازتاب سطح زمین از تصاویر ترکیبی 8 روزه
CLORP	اقلیم، موجودات زنده، پستی و بلندی و مواد مادری
Ls	ضریب طول شیب
cnbl	شبکه کانال تا سطح حوضه
loncurve	انحنای طولی
BBlue	باند آبی
BGreen	باند سبز
BRed	باند قرمز
BIRed	باند مادون قرمز
swir	باند مادون قرمز با طول موج کوتاه
lcover	پوشش اراضی

همکاران

نام	مؤسسه
Christian Thine Omuto	مشارکت جهانی خاک، فائو
El Mobarak A. Abdelmagid	مرکز تحقیقات کشاورزی، سودان
Nuha Muhammed	مرکز تحقیقات کشاورزی، سودان
Ronald Vargas	مشارکت جهانی خاک، فائو
Kostiantyn Viatkin	مشارکت جهانی خاک، فائو
Yigini Yusuf	مشارکت جهانی خاک، فائو
Maria Konyuskova	هیأت فنی بین دولتی خاکها، فائو
Rosa Poch	هیأت فنی بین دولتی خاکها، فائو
Mohammad Jamal Khan	هیأت فنی بین دولتی خاکها، فائو
Megan Balks	هیأت فنی بین دولتی خاکها، فائو
Attia Rafla	هیأت فنی بین دولتی خاکها، فائو
Ashok Patra	هیأت فنی بین دولتی خاکها، فائو
Siosiua Halavatau	هیأت فنی بین دولتی خاکها، فائو
Lydia Chabala	هیأت فنی بین دولتی خاکها، فائو
Samuel Francke	هیأت فنی بین دولتی خاکها، فائو
Isabelle Verbeke	مشارکت جهانی خاک، فائو
Matteo Sala	مشارکت جهانی خاک، فائو

چکیده

پیشینه

خاک‌های متأثر از نمک، خاک‌هایی با مقادیر زیاد نمک‌های محلول و یا یون‌های سدیم هستند. توزیع جهانی خاک‌های متأثر از نمک برای نخستین بار در اواخر دهه 1970 در حدود یک میلیارد هکتار برآورد شد. پس از آن، به‌روزرسانی‌های متناقضی درباره توزیع جهانی این خاک‌ها انجام شده است. متون جدید در سطح جهانی بیشتر از داده‌هایی استفاده می‌کنند که در اواخر دهه 1970 جمع‌آوری شده است و هنوز هم توزیع جهانی مناطق متأثر از نمک را کم و بیش یک میلیارد هکتار در نظر می‌گیرند. روشن است که برای بهبود دانش درباره وضعیت و توزیع واقعی خاک‌های متأثر از نمک، به‌روزرسانی‌های جدید لازم است. بخشی از دلایل به‌روزرسانی متناقض در جهان به دلیل نبود هماهنگی مناسب در جمع‌آوری دوره‌ای داده‌ها و نیز نبود دستورالعمل‌های هماهنگ جمع‌آوری داده برای پشتیبانی از آن است. مشارکت جهانی خاک (GSP) سازمان سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) هدایت به‌روز رسانی اطلاعات را از سطح کشور به سطح جهانی آغاز کرده است. رویکرد پایین به بالای GPS با حمایت دو طرفه از کشورها برای به‌روزرسانی اطلاعات ملی خود و مشارکت در به‌روزرسانی اطلاعات جهانی خاک‌های متأثر از نمک انجام می‌شود. یکی از چالش‌های این رویکرد عدم قطعیت بالقوه ناشی از تفاوت در مجموعه داده‌ها و رویکردهای کشورها است. تمرکز این کتاب ارائه رهنمودهایی برای هماهنگ‌سازی داده‌های ورودی و رویکردها برای نقشه‌برداری خاک‌های دارای نمک در تمام سطوح به‌روزرسانی اطلاعات است.

توسعه اطلاعات مکانی خاک‌های متأثر از نمک

در نوشتارهای علمی روش‌های زیادی برای نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک وجود دارد. روش‌های نقشه‌برداری بر مبنای نقشه‌های خاک با نظرات متخصص، برنامه‌های سنجش از دور شاخص خاک هستند. الزامات، محدودیت‌ها و نمونه کاربردهای این روش‌ها در این کتاب ارائه شده است. در این کتاب به روش مبتنی بر شاخص‌ها برای نقشه‌برداری خاک‌های متأثر از نمک اهمیت داده شده است زیرا: (1) این روش منطبق با هماهنگ‌سازی روش‌ها در سطح ملی/کشور است، (2) اطلاعات مربوط به خاک‌های

متأثر از نمک و ویژگی‌های خاک مرتبط با مشکلات نمک را توسعه می‌دهد، (3) توانایی تعیین میزان دقت و عدم قطعیت نقشه‌برداری را دارد و (4) اطلاعات افقی و عمودی را رقومی/عددی می‌کند. شرح مراحل این روش با استفاده از داده‌های آزمون مطالعه موردی در سودان شمالی و با کمترین نیاز برای داده‌های ورودی، رایانه و نرم‌افزار نشان داده شده است. هدف ارائه مراحل به صورت تا حد ممکن شفاف و تکرارپذیر است تا پیاده‌سازی با هر مجموعه داده امکان‌پذیر شود.

پویایی منابع

توسعه اطلاعات و به‌روزرسانی وضعیت خاک‌های متأثر از نمک، هزینه بر است و بایستی به درستی برنامه‌ریزی شود. دو فصل آخر این کتاب مربوط به پویایی منابع برای توسعه اطلاعات ملی خاک‌های متأثر از نمک است. در این دو فصل جنبه‌های مهم پویایی منابع و مراحل ساخت منابع فنی در ایجاد یک پایگاه داده هماهنگ برای ارزیابی خاک‌های متأثر از نمک شرح داده شده است. همچنین درباره مراحل ارتقاء نقشه‌های مکانی از راه بهبود منابع اطلاعاتی آن‌ها بحث شده است.