

# مغناطیس سنجی خاک ها

نویسندگان :

دکتر حمیدرضا اولیایی (عضو هیئت علمی دانشگاه یاسوج)  
و مهندس محمود انجوی نژاد (دانشیار ارشد علوم خاک)

دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی

۱۳۹۵



|                     |                                                                                                             |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : اولیایی، حمیدرضا،                                                                                         |
| عنوان و نام پدیدآور | : مغناطیس سنجی خاکها / نویسندگان حمیدرضا اولیایی و محمود انجوی نژاد؛ [برای] دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی. |
| مشخصات نشر          | : تهران : انتشارات تحقیقات آموزش کشاورزی، ۱۳۹۵.                                                             |
| مشخصات ظاهری        | : ۲۷۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.                                                                               |
| شابک                | : ۹۷۷۷۸-۶۰۰-۸۶۳۶-۶۶-۶                                                                                       |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیبا                                                                                                      |
| موضوع               | : پذیرفتاری مغناطیسی--Magnetic susceptibility                                                               |
| موضوع               | : خاک -- خواص الکتریکی -- Soils -- Electric properties                                                      |
| موضوع               | : ژئومغناطیس--Geomagnetism                                                                                  |
| موضوع               | : خاک -- ایران -- تجزیه و آزمایش -- Analysis- Iran-Soils                                                    |
| شناسه افزوده        | : انجوی نژاد، محمود،                                                                                        |
| شناسه افزوده        | : دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی                                                                            |
| رده بندی کنگره      | : TA۷۱/۷۱الف ۶م ۱۳۹۵ ۱۳۹۵[QC]۷۶۵                                                                            |
| رده بندی دیویی      | : ۶۲۴/۱۵۱۳۶                                                                                                 |
| شمار کتابشناسی ملی  | : ۴۵۰۱۲۴۶                                                                                                   |

## مغناطیس سنجی خاک ها

|               |                                              |
|---------------|----------------------------------------------|
| نویسندگان :   | دکتر حمیدرضا اولیایی، مهندس محمود انجوی نژاد |
| ناشر:         | تحقیقات آموزش کشاورزی                        |
| شابک:         | ۹۷۸-۶۰۰-۸۶۳۵-۶۶-۶                            |
| تیراژ:        | ۲۰۰ نسخه                                     |
| نوبت چاپ:     | اول                                          |
| سال چاپ:      | ۱۳۹۵                                         |
| ناظر فنی چاپ: | رضا غلامی                                    |
| چاپ:          | تحقیقات آموزش کشاورزی                        |
| قیمت :        | ۱۷۰۰۰ تومان                                  |

آدرس: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، نبش خیابان وحید نظری، ساختمان نادر، طبقه اول واحد ۱  
فروشگاه و نمایشگاه دائمی، انتشارات تحقیقات آموزش کشاورزی (تاک)  
تلفن: ۶۶۹۶۳۱۲۷-۶۶۴۸۱۳۳۰- تلفکس: ۶۶۴۸۵۷۶۱ همراه: ۰۹۱۲۶۹۹۵۸۳۲

[www.tak-r.com](http://www.tak-r.com)

Email: [atk\\_ir@yahoo.com](mailto:atk_ir@yahoo.com)

حق چاپ برای انتشارات تحقیقات آموزش کشاورزی محفوظ است.

## فهرست مطالب

|    |                                                         |
|----|---------------------------------------------------------|
| ۱۱ | ۱- مفاهیم کلی در مغناطیس                                |
| ۱۱ | ۱-۱- تاریخچه مغناطیس                                    |
| ۱۳ | ۱-۲- منشأ میدان اصلی:                                   |
| ۱۵ | ۱-۳- القای الکترومغناطیسی                               |
| ۱۵ | ۱-۴- گشتاور مغناطیسی (Magnetic moment)                  |
| ۱۶ | ۱-۵- مغناطیس باقیمانده:                                 |
| ۱۹ | ۱-۶- پسماند (Hysteresis)                                |
| ۲۲ | ۱-۷- خواص مغناطیسی اجسام و دسته‌بندی آنها               |
| ۲۳ | ۱-۷-۱- دیامغناطیس                                       |
| ۲۵ | ۱-۷-۲- پارامغناطیس                                      |
| ۲۶ | ۱-۷-۳- فرومغناطیس                                       |
| ۲۸ | ۱-۷-۴- ضد فرومغناطیس و فرامغناطیس                       |
| ۳۱ | ۱-۸- پذیرفتاری مغناطیسی به چه یگانه‌ای در مطالعات دارد؟ |
| ۳۳ | ۱-۹- پذیرفتاری مغناطیسی چیست؟                           |
| ۳۳ | ۱-۹-۱- رفتار مغناطیسی                                   |
| ۳۷ | ۱-۹-۲- پذیرفتاری در دمای اتاق                           |
| ۴۰ | ۱-۱۰- مخلوطی از کانی‌ها                                 |
| ۴۳ | ۱-۱۱- کانی‌های فری‌مگنتیک                               |
| ۴۴ | ۱-۱۱-۱- غلظت کانی‌ها                                    |
| ۴۵ | ۱-۱۱-۲- ترکیب کانی                                      |
| ۴۶ | ۱-۱۱-۳- اندازه بلور و دامین‌ها                          |
| ۴۷ | ۱-۱۱-۴- شکل بلور                                        |
| ۴۷ | ۱-۱۱-۵- کانی‌های اولیه و ثانویه                         |
| ۴۹ | ۱-۱۲- پذیرفتاری وابسته به فرکانس                        |
| ۵۲ | ۱-۱۳- مشکلات                                            |
| ۵۲ | ۱-۱۳-۱- پذیرفتاری در دماهای بالا و پایین                |

- ۵۲..... ۱-۱۱-۲- به هم ریختگی دمایی
- ۵۳..... ۱-۱۱-۳- انتقال‌های فاز غیرهمسان‌گرد بلورمغناطیسی
- ۵۳..... ۱-۱۱-۴- تخریب و تشکیل کانی
- ۵۴..... ۱-۱۱-۵- در عمل
- ۵۶..... ۱-۱۱-۶- نمونه‌های ضعیف
- ۵۹..... ۱-۱۲-۱- ویژگی‌های مغناطیسی کانیهای خاک
- ۶۰..... ۱-۱۲-۲- هواپدگی و ویژگی‌های مغناطیسی
- ۶۹..... ۱-۱۲-۳- افزایش پذیرفتاری مغناطیسی در سطح خاک
- ۷۲..... ۱-۱۲-۴- ارتباط پذیرفتاری مغناطیسی با اندازه ذرات
- ۷۳..... ۱-۱۲-۵- پذیرفتاری مغناطیسی برخی خاکرها
- ۷۶..... ۱-۱۲-۶- اثرات گیلی شدن بر ویژگی‌های مغناطیسی
- ۷۹..... ۱-۱۲-۷- اثرات ش. زمین بر مغناطیس خاک
- ۸۶..... ۱-۱۲-۸- پایداری اکسیدهای مغناطیسی در خاک
- ۸۷..... ۱-۱۲-۹- مغناطیس خاک و پتانسیشناسی
- ۹۰..... ۲-۱- حسگرها (سنسوره‌ای) بارتیون مدل MS2
- ۹۵..... ۲-۲- آغاز کار با حسگر MS2B
- ۹۵..... ۲-۲-۱- ده دقیقه اول کار با دکمه‌ها
- ۹۸..... ۲-۲-۲- حالت اندازه‌گیری پیوسته و نمونه‌های قری
- ۱۰۰..... ۲-۲-۳- اندازه‌گیری نمونه‌های ضعیف با مقیاس ۰/۱
- ۱۰۲..... ۲-۳- پذیرفتاری جرمی
- ۱۰۴..... ۲-۴- پذیرفتاری وابسته به فرکانس
- ۱۰۶..... ۲-۵- خلاصه اندازه‌گیری‌ها و مبنای اعداد
- ۱۰۶..... ۲-۶- کار در آزمایشگاه- با حسگرهای MS2B, MS2C, MS2E, MS2G, MS2H
- ۱۰۶..... ۲-۶-۱- پیدا کردن محیط ایزوله
- ۱۰۸..... ۲-۶-۲- آماده سازی نمونه MS2B و MS2G
- ۱۱۰..... ۲-۶-۳- حجم و اندازه نمونه MS2B و MS2G
- ۱۱۲..... ۲-۶-۴- حسگر پوشش استوانه‌ای MS2C
- ۱۱۴..... ۲-۶-۵- حسگر روبشی MS2E
- ۱۱۵..... ۲-۷- سیستم دمایی MS2 K/T
- ۱۱۶..... ۲-۸- اندازه‌گیری‌های سطحی در صحرا - حسگرهای MS2D, MS2F و MS2K
- ۱۱۶..... ۲-۸-۱- به صورت کلی

- ۱۱۷..... ۲-۸-۲- استفاده در صحرا
- ۱۱۷..... ۲-۸-۳- کدام حسگر استفاده شود؟
- ۱۱۹..... ۲-۸-۴- اندازه‌گیری زیر سطحی در صحرا - حسگر MS2H
- ۱۲۰..... ۲-۸-۵- راه‌اندازی
- ۱۲۰..... ۲-۸-۶- بررسی واسنجی
- ۱۲۰..... ۲-۸-۷- اندازه‌گیری نیم‌رخ
- ۱۲۱..... ۲-۸-۸- اصلاح خطا
- ۱۲۲..... ۲-۸-۹- عوامل مقیاس‌دهی
- ۱۲۲..... ۲-۸-۱۰- واسنجی، دقت و صحت
- ۱۲۲..... ۲-۸-۱۱- واسنجی، پذیرفتاری آشکار، خطی بودن
- ۱۲۳..... ۲-۸-۱۲- واسنجی داخلی حسگرها
- ۱۲۵..... ۲-۹- دقت و صحت
- ۱۲۶..... ۲-۱۰- نرم‌افزار برای MS2
- ۱۲۶..... ۲-۱۰-۱- لیات
- ۱۲۶..... ۲-۱۰-۲- مالتی‌سکان (برای ویندوز)
- ۱۲۶..... ۲-۱۰-۳- Mac labsoft (T)
- ۱۲۷..... ۲-۱۰-۴- MSWIN-BAR
- ۱۲۸..... ۳-۱- پژوهشهای پذیرفتاری مغناطیسی مرتبط با ژنتیک خاک
- ۱۲۸..... ۳-۱-۱- توزیع پذیرفتاری مغناطیسی را باط با ترکیبات آهن در برخی خاک‌های انتخابی استان فارس
- ۱۳۵..... ۳-۱-۲- ارزیابی منشأ پذیرفتاری مغناطیسی استفاده از تیمار CBD و تصاویر میکرو کت اسکن در برخی خاک‌های استان فارس
- ۱۴۲..... ۳-۱-۳- مطالعه‌ی اثر پستی و بلندی و کاربری اراضی بر پذیرفتاری مغناطیسی خاک، دشت مادوان، استان کهگیلویه و بویراحمد
- ۱۴۹..... ۳-۱-۴- مطالعه پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های یک ردیف پستی و بلندی مطالعه موردی: دشت بشار، استان کهگیلویه و بویراحمد
- ۱۵۸..... ۳-۱-۵- مطالعه مغناطیسی خاک‌های یک ترانسکت شمال شرق- جنوب غرب در دشت یاسوج، جنوب غرب ایران
- ۱۶۴..... ۳-۱-۶- فاکتورهای زمین زاد و انسان زاد مؤثر بر خصوصیات مغناطیسی خاک‌های آهکی اطراف زنجان
- ۱۶۸..... ۳-۱-۷- تأثیر مواد مادری، گچ و کربنات‌ها بر پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های جنوب مشهد

- ۸-۱-۳- پذیرفتاری مغناطیسی مهمترین گروه‌های بزرگ خاک‌های مسیرافه‌هان -  
چلگرد و نقش برخی خصوصیات خاک بر آن ..... ۱۷۲
- ۹-۱-۳- تأثیر موقعیت شیب و تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های خاک و پذیرفتاری  
مغناطیسی در اراضی تپه ماهوری یاسوج ..... ۱۷۴
- ۱۰-۱-۳- مطالعه و بررسی تکامل خاک با استفاده از پذیرفتاری مغناطیسی در حاشیه  
رودخانه سفید رود در گیلان ..... ۱۸۱
- ۱۱-۱-۳- تأثیر موقعیت شیب و تغییر کاربری بر برخی ویژگی‌های خاک و پذیرفتاری  
مغناطیسی در شهرستان فریدونشهر ..... ۱۸۳
- ۱۲-۱-۳- بررسی تأثیر کاربری اراضی و مواد مادری بر توزیع عمودی پذیرفتاری مغناطیسی  
خاک، سطح شرق اصفهان ..... ۱۸۷
- ۱۳-۱-۳- پیش بینی مکانی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پذیرفتاری مغناطیسی  
خاک به کمک روش‌های بومی ارتفاع زمین و مدل رگرسیونی ..... ۱۸۹
- ۲-۳- مطالعات پذیرفتاری مغناطیسی مرتبط با رژیم رطوبتی خاک ..... ۱۹۹
- ۱-۲-۳- مطالعه پذیرفتاری مغناطیسی در برخی خاک‌های اکوییک و غیراکوییک استان  
فارس ..... ۱۹۹
- ۲-۲-۳- پذیرفتاری مغناطیسی خاک‌های اکوییک و غیر اکوییک جنوب ایران ..... ۲۰۷
- ۳-۲-۳- استفاده از پذیرفتاری مغناطیسی در ایجاد تمایز بین رژیم‌های رطوبتی در لس‌ها و  
خاک‌های شبه لس انتخابی در شمال ایران ..... ۲۱۴
- ۴-۲-۳- ارتباط بین ویژگی‌های مغناطیسی و برخی خصوصیات خاک در رژیم‌های مختلف  
رطوبتی در استان گلستان ..... ۲۱۸
- ۳-۳- پژوهش‌های پذیرفتاری مغناطیسی مرتبط با آلودگی محیط ..... ۲۲۳
- ۱-۳-۳- پذیرفتاری مغناطیسی و ارتباط آن با غلظت برخی فلزات سنگین و خصوصیات  
خاک‌های سطحی اطراف اصفهان ..... ۲۲۳
- ۲-۳-۳- مقایسه تغییرات مکانی پذیرفتاری مغناطیسی و برخی از عناصر سنگین در  
خاک‌های منطقه لنجان اصفهان ..... ۲۲۸
- ۳-۳-۳- تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی و همبستگی آن با برخی فلزات سنگین در گرد و  
غبار شهر کرمان ..... ۲۳۲
- ۴-۳-۳- برآورد سرب خاک با روش پذیرفتاری مغناطیسی در منطقه ی لنجان اصفهان ..... ۲۳۸
- ۵-۳-۳- ارتباط بین پذیرفتاری مغناطیسی و فلزات سنگین در خاک سطحی منطقه خشک  
شهری اصفهان، مرکز ایران ..... ۲۳۹
- ۴-۳- پژوهش‌های پذیرفتاری مغناطیسی مرتبط با فرسایش خاک ..... ۲۴۳

- ۱-۴-۳- ارزیابی توزیع مجدد خاک در اراضی تپه ماهوری کشت شده با استفاده از تکنیک‌های سزیم-۱۳۷ و پذیرفتاری مغناطیسی در منطقه چلگرد استان چهار محال و بختیاری ..... ۲۴۳
- ۲-۴-۳- تأثیر کاربری اراضی و موقعیت شیب بر پذیرفتاری مغناطیسی و میزان فرسایش رسوب به کمک روش سزیم-۱۳۷ در شهرستان فریدونشهر ..... ۲۴۷
- ۵-۳- پژوهشهای پذیرفتاری مغناطیسی مرتبط با سنگ و رسوب ..... ۲۵۰
- ۱-۵-۳- بازسازی آب و هوای کواترنر پسین در بخشی از شمال ایران (نُس‌های نکا) با استفاده از داده‌های مغناطیسی و ژئوشیمیایی ..... ۲۵۰
- ۲-۵-۳- تأثیر نوع سنگ آذرین بر برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و پذیرفتاری مغناطیسی خاکهای حاصله از آنها در منطقه قروه کردستان ..... ۲۵۴
- ۳-۱-۱- ویژگی‌های مغناطیسی ماسه سنگ‌های گروه شمشک، در پاسخ به کاربرد روش های مین مغناطیس ..... ۲۵۹
- ۴-۵-۳- مطالعه ریزی و پذیرفتاری مغناطیسی دو مقطع دارای توالی‌های رسوبات لسی-خاک قدیمی جنوب غرب ساری ..... ۲۶۳

www.ketaboo.ir

## یادداشت نویسندگان

خداوند بزرگ و بی‌همتا را شاکریم که بار دیگر مدیون الطاف بیکراتش شدیم. حدود ۲ دهه از کاربرد مغناطیس‌سنجی در مطالعات زیست‌محیطی به ویژه در زمینه‌های مرتبط با خاکشناسی در ایران می‌گذرد. کتاب حاضر با عنوان "مغناطیس‌سنجی خاک‌ها"، حاصل چندین سال تحقیق و پژوهش نویسندگان پیرامون مغناطیس‌سنجی خاک‌های ایران، به ویژه خاک‌ها و رسوبات آهکی جنوب و جنوب غرب ایران بوده‌است. پذیرفتاری مغناطیسی (Magnetic Susceptibility) درجه‌ای است که یک ماده، میدان مغناطیسی با شدت معینی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این روش به دلیل سهولت نسبی، ارزانی نسبی، سرعت عمل، کاربردهای زیادی در مطالعات ژنتیکی، آلودگی محیط، سن‌یابی، رسوب‌شناسی، باستان‌شناسی و غیره دارد. در این کتاب که در سه بخش ارائه شده‌است، ابتدا در فصل اول تئوری‌های مرتبط با مغناطیس مطرح تا خوانندگان با مفاهیم اولیه این علم آشنا گردیده، همچنین جنبه‌های مختلف کاربردی پذیرفتاری مغناطیسی در حوزه علوم طبیعی به ویژه علوم خاک بررسی شده، سپس در فصل دوم نحوه کار عملی دستگاه سنجش پذیرفتاری مغناطیسی (مدل بارتینگتون) به دقت شرح داده شده و در نهایت در فصل سوم، خلاصه‌ای از پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با کاربردهای مختلف مغناطیس‌سنجی در خاک‌ها، این به صورت موضوعی، از جمله پژوهش‌های صورت گرفته توسط نویسندگان ارائه گردیده‌است. بی‌شک این اثر به رغم دقت زیادی که در تهیه آن صورت گرفته عاری از ایراد و خطا نبوده و از همین رو، به من بپوش، از کلیه صاحب‌نظران عزیز درخواست می‌نماییم تا موارد احتمالی را به آگاهی نویسندگان رسانند تا به یاری حق در چاپ‌های بعدی اصلاح گردند. در پایان از ویراستار علمی کتاب آقای دکتر پروین جعفری و ویراستار ادبی کتاب آقای دکتر ابراهیم ادهمی که با راهنمایی‌های خود موجب ارتقای کیفی کتاب گردیدند، قدردانی می‌شود.

دکتر حمیدرضا اولیایی، مهندس سید محمود انجوی‌نژاد

زمستان ۱۳۹۵