2019, Vol.5, No.2, Pages 71 to 80
Journal of Water and Sustainable Development

سال پنجم، شماره ۲، ۱۳۹۷، صفحات ۷۱ تا ۸۰
نشریه آب و توسعه پایدار

معرفی و کاربرد بانک خاک UNSODA در تحقیقات آب و خاک

بیژن قهرمان[۱]، سمیرا امیدی[۲*]

۱و۲- به‌ترتیب استاد و دانشجوی دکتری مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: omidi_samira@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۱۳

چکیده

مدل‌های ریاضی فراوانی در تحلیل حرکت آب و آلاینده‌های محلول در ناحیه اشباع و غیراشباع زیر سطح خاك به‌کار می‌روند. کارایی و دقت این مدل‌ها عمدتاً بستگی به توانایی آن‌ها در قابلیت مشخص کردن ویژگی‌های هیدرولیکی ناحیه غیراشباع، مکش رطوبت و هدایت هیدرولیکی دارد. دقت اندازه‌گیری این ویژگی‌های هیدرولیکی غیراشباع، در بسیاری موارد مانند ارزیابی روش‌های مختلف توزیع آلودگی در خاك سخت و طاقت‌فرسا است. بانك خاك UNSODA[۱] شامل اطلاعات ویژگی‌های هیدرولیکی خاك غیراشباع (منحنی مشخصه رطوبتی، هدایت هیدرولیکی و پخشیدگی آب خاك) و سایر اطلاعات خاك (مانند توزیع اندازه ذرات، چگالی، میزان مواد آلی) مورد استفاده در روش‌های غیرمستقیم برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی غیراشباع خاك می‌باشد. در این تحقیق بانك خاك UNSODA معرفی و کاربردهای متداول و نحوه‌ی استفاده از آن ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: منحنی مشخصه رطوبتی، تابع هدایت هیدرولیکی، ویژگی‌های هیدرولیکی خاك، بانك داده‌ها، UNSODA.

An Introduction to UNSODA Soil Bank and Its Application in Soil and Water Research

B. Ghahraman[1], S. Omidi[2*]

1,2- Professor & PhD student of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

*(Corresponding Author Email: omidi_samira@yahoo.com)

Received: 10-05-2017
Accepted: 03-05-2018

Abstract

There are numerous mathematical models that predict and analyze the movement of water and pollutants in saturated and unsaturated zones beneath the soil. The usefulness and accuracy of these models severely depend on the reliable characterization of the soil hydraulic properties, i.e. water retention and hydraulic conductivity of the unsaturated zone. The accurate measurements of these properties are highly cumbersome and are not feasible for many applications including issues concerning soil contamination. UNSODA is a soil database containing unsaturated soil hydraulic properties (water retention, hydraulic conductivity, and soil water diffusivity), basic soil properties (particle-size distribution, bulk density, organic matter content, etc.), which are used for indirect prediction of the unsaturated soil hydraulic functions. This paper introduces this database, explains its applications, and shows how it can be used in soil and water research.

Keywords: Water retention curve, Hydraulic conductivity function, Soil hydraulic properties, database, UNSODA.

DOI: 10.22067/jwsd.v5i2.64350

مقدمه

• معرفی بانك خاك UNSODA

بانك خاک UNSODA، ویژگی‌های هیدرولیکی خاك غیراشباع (منحنی مشخصه رطوبتی، هدایت هیدرولیکی و پخشیدگی آب خاك) و سایر اطلاعات خاك (مانند توزیع اندازه ذرات، چگالی، میزان مواد آلی) نقاط مختلف کشورهای آمریکا، آلمان، هلند، نیجریه، زلاندنو و ژاپن است. این بانك در آزمایشگاه شوری خاك آمریکا[۲] تهیه شده است و اطلاعات آن با کمك و همکاری دانشمندان علوم خاك تهیه شده و برخی داده‌ها از منابع استخراج شده‌است. به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات برای UNSODA پرسش‌نامه‌هایی بر اساس پیشنهادات شرکت‌کنندگان در یك کارگاه بین‌المللی خصوصیات هیدرولیکی خاك که در سال ۱۹۸۹ در ریورساید برگزار شد، (van Genuchten و همکاران، ۱۹۹۲) تهیه شد. هدف از این‌کار فراهم کردن دامنه خوبی از اطلاعات شامل روش‌های تجربی و اطلاعات دسته‌بندی خاك بود.

بانك خاك UNSODA تاکنون در دو نسخه تهیه شده است، نسخه اولیه UNSODA (Leij و همکاران، ۱۹۹۶) یك برنامه جستجوی ساده در محیط ام اس-داس است که برای رایانه‌های شخصی سازگار با "آی بی ام" تهیه شده بود ولی تا سال ۱۹۹۹ استفاده زیادی از آن نمی‌شد. نسخه جدید UNSODA (Nemes و همکاران، ۱۹۹۹) در مایکروسافت اکسس ۹۷ تهیه شده است. این نسخه تمام اطلاعات نسخه اولیه (در محیط ام اس-داس) را به‌صورت طبقه‌بندی شده دارد.

بانك خاك UNSODA را به‌طور رایگان از وبگاه آزمایشگاه شوری خاك آمریکا (www.ars.usda.gov) می‌توان دریافت کرد.

چند مزیت داده‌های UNSODA در اکسس ۹۷ شامل موارد زیر می‌شود:

• اکسس ۹۷ اجازه حداکثر انعطاف‌پذیری نسبت به محتویات پایگاه داده‌ها را می‌دهد.

• توانایی نمایش نموداری داده‌های پایگاه داده‌ها را فراهم می‌کند.

• کاربر به‌طور گسترده‌ای می‌تواند پایگاه داده‌ها را براساس نیازهای خود نمایش دهد.

• واسط خیلی بهتری است که می‌تواند در ترکیب با سایر برنامه‌ها به‌کار رود، ارتباط با سایر برنامه‌ها به‌راحتی انجام می‌شود.

• کاربر به برنامه اکسس ۹۷ نیاز دارد که در نسخه تخصصی مایکروسافت آفیس موجود است.

فضای مورد نیاز برنامه اکسس ۹۷ ویرایش دوم UNSODA در سیستم‌های پنتیوم ۱۸ مگا بایت است درحالی‌که فایل فشرده آن تقریباً ۴ مگابایت فضای خالی نیاز دارد.

•اطلاعات موجود در بانك خاك UNSODA

نوع اطلاعات

شماره کدهای مختلف برای هر نمونه یا افق خاك برای مجموعه کاملی از داده‌های هیدرولیکی (بافت خاك، منحنی مشخصه رطوبتی و هدایت یا پخشیدگی هیدرولیکی) موجود به‌کار می‌رود. به‌دلیل اینکه برخی آزمایشات مقدار زیادی داده‌های مشابه تولید می‌کنند، تعداد مجموعه داده‌ها/کدها برای یك خاك یا آزمایش مشخص برای جلوگیری از تکرار و حفظ اندازه قابل کنترل پایگاه داده‌ها به‌صورت قراردادی محدود شد. مجموعه داده‌های ذیل برای هر کد خاك استفاده می‌شود:

داده‌های توصیفی: تیره، رده، بافت، ساختمان، موقعیت و نام افق، عمق آب زیرزمینی، محل و مکان، اطلاعات مربوط به آب‌وهوا، انتشار داده‌ها، آدرس تماس، درجه‌بندی وجود داده‌ها، نام ارزیاب، توضیح و واژه کلیدی.

ویژگی‌های خاك: چگالی واقعی و ظاهری، تخلخل، مقدار ماده آلی، هدایت هیدرولیکی اشباع[۳]، مقدار رطوبت اشباع، ظرفیت کاتیون تبادلی[۴]، pH، میزان الکترولیت، نسبت سدیم جذبی[۵]، درصد سدیم قابل تبادل[۶]، هدایت الکتریکی[۷]، اکسیدهای آهن و آلومینیوم

روش‌شناسی: کلید واژه‌های اندازه‌گیری مزرعه‌ای و آزمایشگاهی $\theta(h)$، K/D، K_s و شرح روش آزمایشگاهی و مزرعه‌ای.

داده‌های جدولی. داده‌ها با متغیرهای مستقل و وابسته: توزیع اندازه ذرات، توزیع اندازه کلوخه خشك، کانی‌شناسی، $\theta(h)$، $K(\theta)$، $K(h)$ و $D(\theta)$ آزمایشگاهی و مزرعه‌ای.

جدول (۱) تعداد و درصد نمونه‌ها در هر کلاس بافتی را برای بانك خاك UNSODA و گزارشات سازمان تحقیقات خاك آمریکا نشان می‌دهد.

• کاربردهای بانك خاك UNSODA

برخی از کاربردهای متداول بانك خاك UNSODA در زیر آورده شده است:

الف) تحقیق و ارزیابی مدل‌های پارامتریك و فیزیکی- تجربی (آریا و پاریس ۱۹۸۱؛ امیدی و قهرمان، ۱۳۸۸؛ امیدی و قهرمان، ۱۳۹۷) به‌منظور توصیف توابع $\theta(h)$، $K(h)$ و یا $D(h)$ با برازش برخی مدل‌ها بر داده‌های هیدرولیکی است. UNSODA منبع ارزشمندی از ویژگی‌های هیدرولیکی خاك‌ها با ویژگی‌های بافت و ساختمان متفاوت است که با استفاده از روش‌های مختلف آزمایشگاهی یا صحرایی بر روی نمونه‌های دست‌خورده یا دست‌نخورده مشخص شده است.

ب) توسعه معادلات تجربی (توابع انتقالی) به‌منظور تخمین ویژگی‌های هیدرولیکی از برخی داده‌ها مانند توزیع اندازه ذرات، کانی‌شناسی، ظرفیت کاتیون تبادلی، چگالی ظاهری

و سایر موارد (Wösten و Bouma، ۱۹۹۲؛ مهدیان و قهرمان، ۱۳۹۲؛ Ghanbarian و همکاران، ۲۰۱۷).

پ) تعیین عوامل مدل‌های هیدرولیکی برای نشان دادن کارایی بیشتر داده‌های هیدرولیکی افق‌های خاك و خاك‌های مختلف. مدل‌های پارامتریك می‌توانند برای اهداف تطبیقی و یا برای مقیاس‌بندی به منظور مشخص کردن تغییرپذیری سه بعدی ویژگی‌های هیدرولیکی خاك به‌کار روند (Zhuang و همکاران، ۲۰۰۰؛ Ghahraman و همکاران، ۲۰۱۲).

ت) استفاده از ویژگی‌های هیدرولیکی خاك‌های بانك خاك در مواردی که داده‌های موجود کافی نباشند. زیرا این ویژگی‌ها شدیداً به بافت و ساختمان خاك بستگی دارند.

ث) مقایسه روش‌های تجربی مختلف برای تعیین ویژگی‌های هیدرولیکی خاك و یا مقایسه نتایج نمونه‌های دست‌خورده و دست‌نخورده.

ج) استفاده به‌عنوان منبع اطلاعات هیدرولیکی خاك و سایر اطلاعات برای نیازهای آموزشی و تحقیقاتی جامع.

در استفاده از بانک خاک UNSODA باید به این نکته توجه داشت که واحدهای پارامترهای مختلف در کدهای خاک متفاوت، یکسان نیست. می‌توان واحدهای پارامترهای مختلف برای هر کد خاک را از بخش General report استخراج نمود.

جدول ۱- توزیع کدهای خاك بانك خاك UNSODA و گزارشات سازمان تحقیقات خاك آمریکا در مثلث بافت خاك USDA-SCS (برگرفته از Carsel و Parish، ۱۹۹۸)

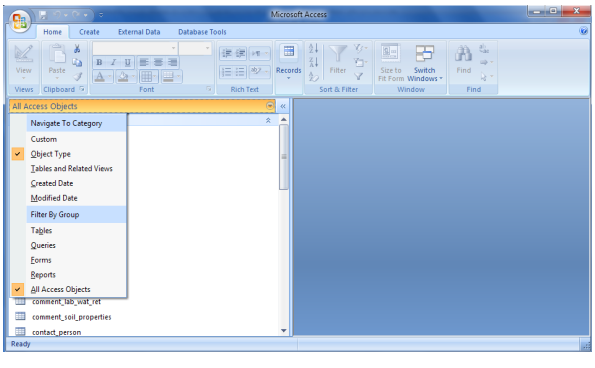
کلاس بافت	بانک خاک UNSODA		گزارشات سازمان تحقیقات خاك آمریکا	
	N	٪	n	٪
شن	۱۸۴	۲۳/۵۹	۸۰۳	۵/۱۰
شن لومی	۶۴	۸/۲۱	۸۸۱	۵/۶۰
لوم شنی	۱۳۳	۱۷/۰۵	۲۸۳۵	۱۸/۰۱
لوم رسی شنی	۵۲	۶/۶۷	۶۱۰	۳/۸۸
سیلت	۳	۰/۳۸	۱۱۵	۰/۷۳
لوم سیلتی	۱۴۲	۱۸/۲۱	۳۰۵۰	۱۹/۳۸
لوم رسی	۳۶	۴/۶۲	۱۳۱۷	۸/۳۷
لوم	۷۰	۸/۹۷	۱۹۹۱	۱۲/۶۵
لوم رسی سیلتی	۳۳	۴/۲۳	۱۸۸۲	۱۱/۹۶
رس شنی	۳	۰/۳۸	۷۴	۰/۴۷
رس سیلتی	۲۱	۲/۶۹	۱۰۰۲	۶/۳۷
رس	۳۹	۵	۱۱۷۷	۷/۴۸
کل	۷۸۰	۱۰۰	۱۵۷۳۷	۱۰۰

چگونگی استفاده از بانك

• ساختار پایگاه داده‌ها

رکوردها (اسناد) در UNSODA با کدهای خاك مشخص می‌شوند. ویژگی‌های اصلی خاك (توزیع اندازه ذرات، چگالی، میزان مواد آلی و موارد مشابه)، داده‌های هدایت هیدرولیکی غیراشباع و دیگر اطلاعات در پایگاه داده‌ها برای هر کد (افق خاك) ذخیره شده است. اطلاعات ممکن است در آزمایشگاه یا در مزرعه تعیین شده باشند. کد خاك یك رکورد در UNSODA شناسه‌ای واحد است و تمام جداول داده‌ها با آن گزارش داده می‌شوند. باید توجه داشت اطلاعات مربوط به خصوصیات خاک‌ها برای تمام کدهای خاک کامل نمی‌باشد و ممکن است برخی کدها فقط شامل اطلاعات خاصی از خصوصیات خاک باشد.

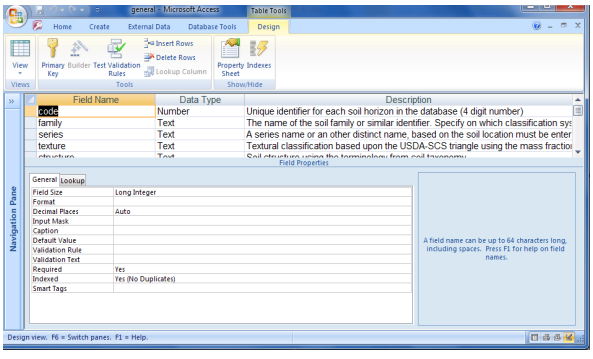
پایگاه داده‌ها شامل: جداول پایگاه داده‌ها، جستجو و گزارشات می‌باشد. هنگامی‌که پنجره اصلی پایگاه داده‌ها باز است می‌توان نمایش هر کدام از لیست جداول، فرم‌ها، جستجو، گزارشات، ماکرو یا ماژول‌ها را با کلیك کردن بر روی هر کدام انتخاب کرد (شکل۱).



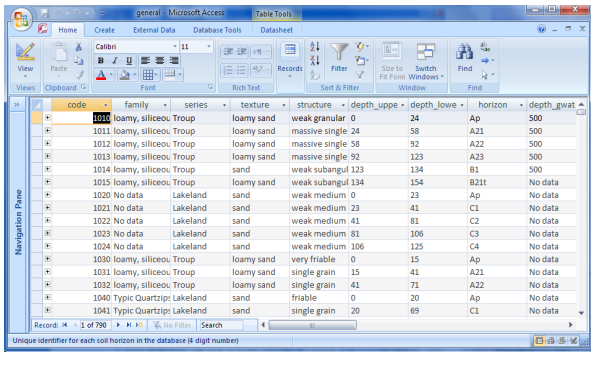
شکل ۱- لیست جدول‌های پایگاه داده‌ها، سایر گزینه‌ها (مانند جستجو و گزارشات) را نیز می‌توان به‌روشی مشابه نشان داد

• جداول

تمام اطلاعات پایگاه داده‌ها در جدول داده‌ها ذخیره شده‌اند. جداول برای ذخیره اطلاعات مبنا و اساسی، دائمی است. با باز کردن جدول در 'design view'، کاربر قادر به مشاهده تمام ساختارهای جدول شامل نام فیلدها، انواع داده‌ها و توضیحات فیلدها است (شکل ۲). هنگامی‌که محتویات جدول در 'datasheet view' مشاهده شد تمام ورودی‌های جدول بدون محدودیت مشاهده می‌شود. شکل (۳) زیر بخش 'Queries' داده انتخاب شده را نمایش می‌دهد. در شکل (۳) جدول "a_database_description" شامل خلاصه نام فیلدها، نوع داده‌ها و دیگر جزئیات تمام موارد (جدول‌ها، جستجو و گزارشات) است.

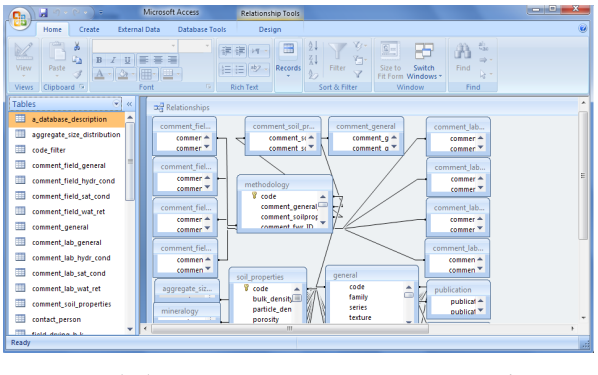


شکل ۲- جدول "general" در 'Design view'، نام فیلدها، نوع داده و توضیحات فیلد در بخش پایینی قابل جستجو کردن می‌باشد.



شکل ۳- جدول "'general' در 'Datasheet view'، می‌توان فیلدهای شکل (۲) را به‌عنوان ستون شناسایی کرد. در پایین صفحه شماره تمام رکوردهای پایگاه نمایش داده می‌شود.

جداول در پایگاه داده‌ها از طریق فیلدهایی که معادل هستند از طریق فیلد کد با یکدیگر ارتباط دارند. با استفاده از پنجره ارتباط با انتخاب 'Relationships' از نوار ابزار 'Tools'، ارتباط‌های شبکه‌ای بین جداول نمایش داده می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴- بخشی از پنجره 'relationship'، خطوط سیاه رابطه فیلدهای بین جدول‌ها را نشان می‌دهد.

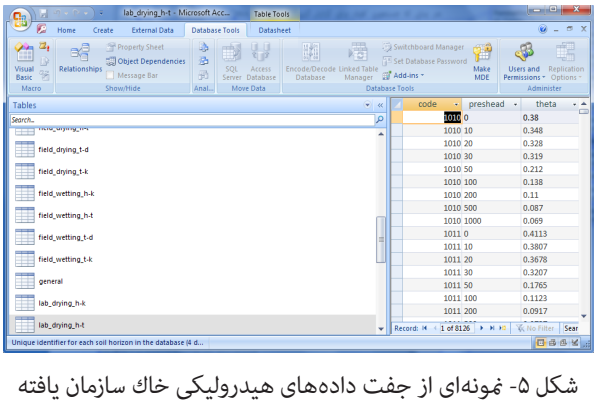
جدول اصلی پایگاه داده‌ها جدول عمومی[۸] است که شامل اطلاعات اصلی کدها راجع به منبع، رده‌بندی و محیط آن‌ها است. جدول ویژگی‌های خاک[۹] شامل اطلاعات نتایج تحلیل‌های فیزیکی و شیمیایی است. جدول روش‌شناخت[۱۰] یک جدول اشاره‌گر[۱۱] است که از طریق شماره‌های "comment_ID"- به فیلدهای ۱۰ جدول "comment" مختلف ارجاع داده می‌شود. توضیحات اصلی و توضیحات روش‌های به‌کار رفته در اندازه‌گیری‌ها از طریق این جداول بازیابی می‌شود. جداول تماس شخص[۱۲] و نشریه[۱۳] از طریق شماره‌های اشاره‌گر[۱۴] به‌طریق مشابه نیز از جدول اصلی ارجاع داده می‌شوند و شامل منبع اطلاعات کدها هستند.

نوزده جدول شامل داده‌های جدولی و سازمان یافته به‌صورت جفت داده هستند. در بانک UNSODA تفاوت‌هایی در رفتار خاک در هنگام خشک شدن و مرطوب شدن نیز موجود است. جدول‌های اندازه‌گیری مزرعه‌ای (۸ جدول) و اندازه‌گیری آزمایشگاهی (۸ جدول) برای سیکل‌های تر و خشک روابط K-θ، K-h، h-θ و D-θ (D پخشیدگی آب خاک) موجود است. سه جدول دیگر شامل اطلاعات اندازه‌گیری توزیع اندازه ذرات، توزیع اندازه خاکدانه‌ها و نوع کانی‌های خاک در آرایش جدولی مشابه به‌کار رفته است (شکل ۶).

جدول "خلاصه اطلاعات جدولی"[۱۵] خلاصه تعدادی از جفت داده ۱۹ جدول مذکور برای هر کد خاک است. این جدول می‌تواند به‌عنوان یک منبع مفید اطلاعات با دیگر جداول در ساخت انتخاب داده‌ها به‌کار گرفته شود.

با اجرا جستجوی فیلتر برای گزارش‌گیری[۱۶]، جدول "code_ filter" نیز ویرایش می‌شود. هدف از این جدول طبقه‌بندی سه گزارش از پیش تعریف شده است.و هنگامی‌که در جدول "code_filter" باشند تنها کدهای آن‌ها نمایش داده می‌شود. این جدول توسط این پیش‌فرض طبقه‌بندی نشده است یعنی تمام کدهای موجود لیست شده است و هنگام گزارش‌گیری تمام کدها نشان داده می‌شود.

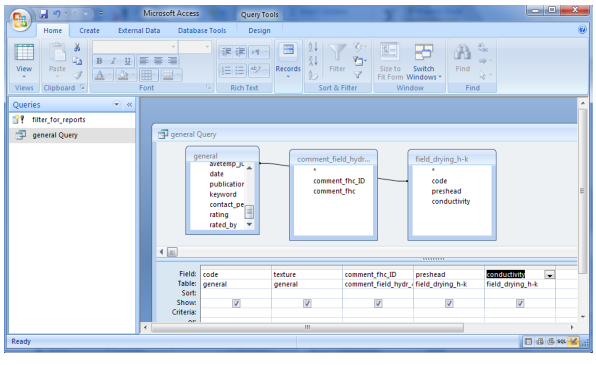
در شکل (۵)، نمونه‌های از نمونه‌ای از جفت داده‌های هیدرولیکی خاک سازمان یافته ارائه شده است.



شکل ۵- نمونه‌ای از جفت داده‌های هیدرولیکی خاک سازمان یافته

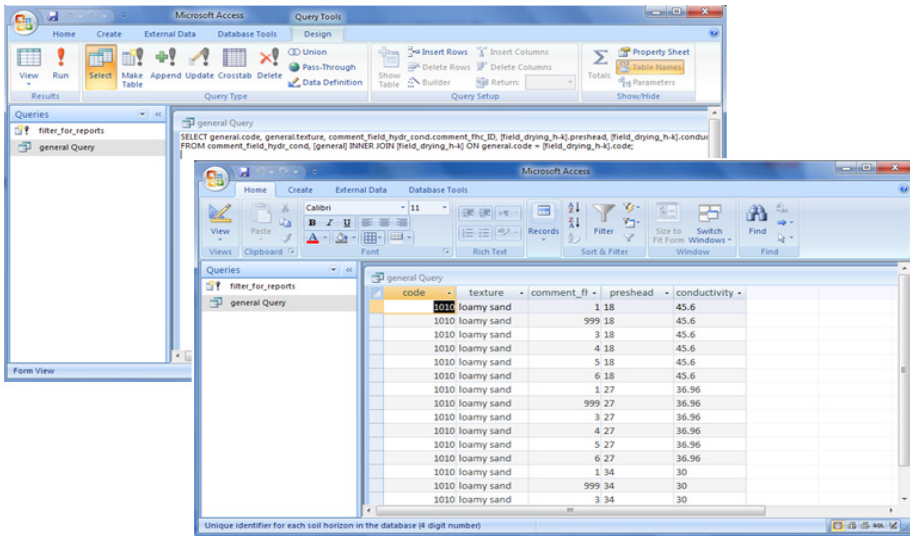
• **جستجو (Queries)**

هدف از جستجو توانایی جستجوی داده‌ای با ملاك‌های معین است. جستجو می‌تواند تمام اطلاعات چند جدول یا تنها بخش انتخاب شده‌ای از آن‌ها را هنگامی‌که به‌صورت 'design view' است نمایش دهد. در هر نوبت که جستجو ساخته شود و یا ذخیره قبلی (قبل از اصلاحات) در جداول رخ دهد با اصلاح اطلاعات جداول اصلی، نتایج جستجو در جداول جدید قرار خواهند گرفت. بنابراین جستجو نتایجی پویا بسته به محتویات واقعی جداول زیر دارد. یك نمونه از restricting query در شکل (۶) در 'design view' نشان داده شده است.



شکل ۶- 'design view' جستجو (query) شامل جدول‌ها بخش قبلی و لینك‌های آن‌ها می‌باشد. فیلدها برای نمایش و یا انتخاب محتوی می‌توانند در قسمت پایینی مشخص شوند.

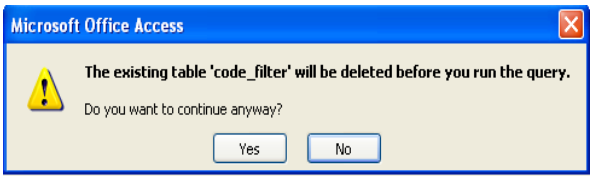
کاربر می‌تواند در قسمت جستجوی، گزارشات را مشخص و داده‌های خروجی مطلوب را وارد کند. عمل جستجو در پایگاه داده‌ها در درجه اول می‌تواند با انتخاب جداول داده مورد نظر و سپس مشخص کردن فیلدها و قیودی که بر مقادیر فیلدها گذاشته می‌شود انجام شود. با انتخاب 'Query' روی منوی اصلی در 'design view' جستجو و 'Show Table' جداول نیز مطابق با آن جستجو نشان داده می‌شوند. بخش بالایی پنجره جستجو ساختار پایگاه را نشان می‌دهد. جداول مختلف از طریق شماره کد و توسط شماره 'comment_ID' با یکدیگر مرتبط هستند. جداولی که برای اولین‌بار ساخته می‌شوند به‌صورت پیش‌فرض ارتباطی با جدول‌های دیگر ندارند. برای ارتباط می‌توان به‌صورت دستی با کشیدن (dragging) فیلد ارتباط مشابه با یك جدول دیگر را بررسی کرد. به‌منظور ایجاد هرگونه تغییر ابتدا جستجوی موجود در design view را باز کرده و مجدد قیدهای جستجو تنظیم می‌شوند. نتایج جستجو را می‌توان در 'datasheet view' جستجو که ظاهر آن مشابه datasheet view جدول است مشاهده کرد. شکل (۷) نتایج جستجو طراحی شده در شکل (۶) را نشان می‌دهد. توانایی پیگیری و مطالعه متن تحت SQL[۱۷] با تعویض 'SQL view' جستجو وجود دارد (شکل ۷). نتایج جستجو مانند محتویات جداول می به‌صورت فرمت متن، MS Excel، HTML و سایر فرمت‌ها تواند استخراج شود.



شکل ۷- نتایج طراحی 'query' نشان داده شده در شکل (۶) در 'datasheet view' و نمایش تحت زبان SQL

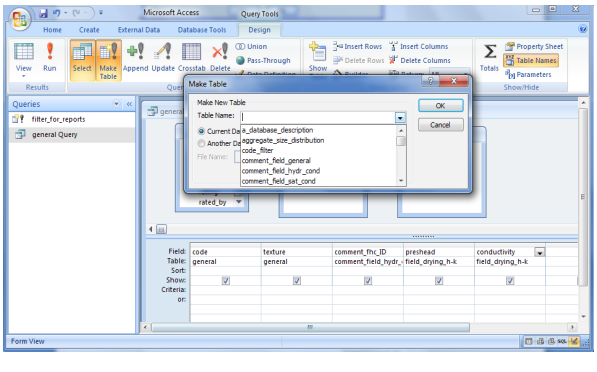
یك جستجو پیش‌فرض ("filter_for_reports") به‌عنوان روش اول برای انتخاب داده‌ای که گزارش داده می‌شود وجود دارد. سه گزارش از پیش تعریف شده وجود دارد که خروجی همه یا بخشی از داده‌های اصلی یا جدولی براساس ملاك‌هایی است که کاربر در "filter_for_reports" جستجو مشخص کرده است. Access-97 قابلیت انعطاف زیادی با ترکیبات مختلف فیلدها مشابه آنچه در شکل(۶) نشان داده شده است را دارد. در مورد این جستجو فیلد "codes" از جدول "only_codes" باید همیشه

در جستجو به‌عنوان فیلدی که کدهای خاك خروجی با سه گزارش پیش‌فرض تعیین می‌شود را شامل شود. با اجرای جستجو و انتخاب گزینه 'Yes' در مورد حذف جدول "code_filter" یك جدول جدید ایجاد می‌شود و گزارشات بر اساس قیدها می‌باشد. بنابراین برای به‌دست آوردن همه کدهای خاك در گزارش دوباره جستجو "filter_for_reports" بدون هیچ قیدی اجرا می‌شود.



شکل ۸- صفحه پیغام در صورت حذف جدول

موارد توانایی Access-97 قابلیت کپی کردن یا تغییر نام است. هنگام مبادرت به کپی کردن جستجو پیش‌فرض، کاربر باید به این نکته توجه داشته باشد که نوع این جستجو 'make table query' است و به‌منظور نوشتن ('make') جدول "code_filter" مشخص شده‌است. با اجرای کپی جستجو پیش‌فرض تغییر نوع جستجو (به‌منظور انتخاب جستجو) یا تغییر نام از پیش تنظیم شده برای جدول جدید ساخته شده با کپی جستجو با انتخاب 'Query' از منو اصلی در 'design view' جستجو است (شکل ۹). این امر برای جلوگیری از نوشتن سهوی بر روی جدول "code_filter" ضروری است.



شکل ۹- تغییر نوع 'query'

• گزارشات (Reports)

هدف از گزارشات خروجی گرفتن از محتویات یك یا چند جدول و یا جستجو در فرمت مشخص شده توسط کاربر می‌باشد. قالب‌بندی سازگار[۱۸] ممکن است با همه نیازها مطابقت داشته باشد. بااین‌وجود گزارشات تنها بدون ویرایش می‌توانند مشاهده و یا چاپ شوند. گزارشات بر مبنای جستجو تحت SQL، می‌توانند با انتخاب "View" منو اصلی در 'design view' گزارش جستجو و ویرایش شوند.

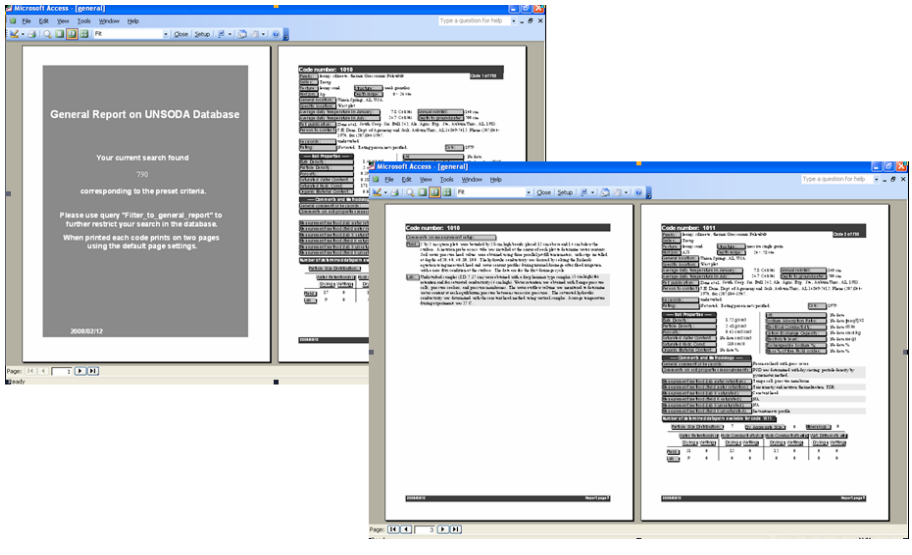
این بخش شامل سه گزینه پیش‌فرض برای کاربر به‌منظور مشخص کردن نوع داده‌هایی که باید گزارش شوند شامل: "tabular_data"، "general_report" و "tabular_data_with_graphics" می‌باشد. تمام سه گزارش پیش‌فرض به جدول "codes_filter" مرتبط شده است و محدود به نتایج جستجوی "filter_for_reports" هستند. لازم به ذکر است تنها کد آن خاك‌هایی که مطابق با مشخصات جستجو "filter_for_reports" هستند گزارش می‌شوند. جستجو پیش‌فرض اولیه بدون قید است بنابراین اطلاعات از تاریخ مه ۱۹۹۹ برای تمام ۷۹۰ کد خاك گزارش شده است. تعدادی از کدها می‌توانند با "filter_for_reports" محدود شوند.

"General_report" خلاصه تمام اطلاعات موجود در مورد منبع کدهای انتخابی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها، توضیحات و یا کلید واژه‌های روش اندازه‌گیری و خلاصه‌ای در مورد تعداد جفت داده‌های موجود در جداول داده هیدرولیکی خاك است. در هنگام چاپ این گزارش دو صفحه برای هر کد خاك چاپ می‌شود (یعنی چاپ گزارش پیش‌فرض ۱۵۸۰ صفحه است). در گزارش یك cover page با شماره‌ای که نشان‌دهنده شماره کدهای گزارش شده است و صفحات دوم برای اطلاعات قابل چاپ و قالب‌بندی شده هر کد اختصاص دارد (شکل ۱۰).

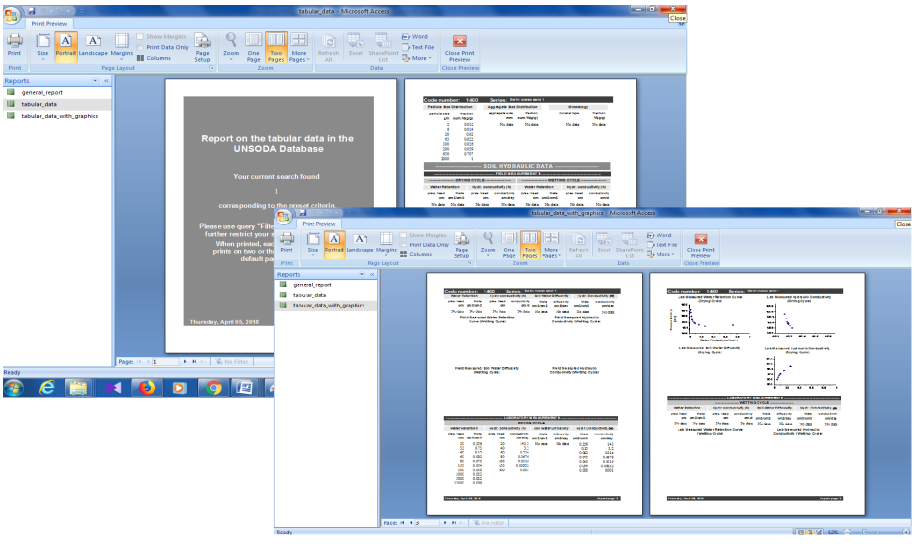
قیدهای یکسان (یعنی مشخصات جستجو "filter_for_reports") برای دو گزارش پیش‌فرض دیگر نیز به‌کار می‌رود. این گزارشات خلاصه ویژگی‌های هیدرولیکی (θ-K، θ-h، θ-K و θ-D)، توزیع اندازه ذرات، توزیع اندازه خاکدانه‌ها و اطلاعات کانی‌شناسی کدهای خاك در قالب جدول است. گزارشات "tabular_data" و "tabular_data_with_graphics" درباره داده‌های کاملاً یکسان گزارش می‌شوند اما آخرین مورد برآورد کلی نموداری داده‌های هیدرولیکی خاك را فراهم می‌کند که درك آن آسان‌تر است (شکل ۱۱). عیب استفاده از گزارش نموداری کندتر بودن آن است. هنگام چاپ گزارش "tabular_data" برای هر کد ۲ تا ۳ صفحه قابل چاپ موردانتظار است. چاپ گزارشات نموداری برای هر کد ۵ تا ۶ صفحه است، بعضی از بخش‌ها خالی است که به موجود بودن داده‌ها بستگی دارد.

گزارشات مورد نظر می‌تواند توسط هر کاربری با برخی تجربیات هر راهنمای برنامه یا دستورالعمل Microsoft Access ساخته شود. داده‌های جدولی شامل متغیرهای مستقل و وابسته است. انتخاب ضریب تبدیل برای واحد پارامترها به کاربر اجازه می‌دهد تمام ضرایب تبدیل را مقدار پیش‌فرض ۱، تنظیم یا برای فیلدهای انتخاب شده با استفاده از منوی Conversion Factors for Dimensions مقادیر مختلف را وارد کند. در صورت انتخاب ضرایب تبدیل مختلف یک لیست با ۱۸ ضریب تبدیل ظاهر می‌شود. واحدهای استاندارد "UNSODA" در

پرانتز قرار می‌گیرند. استفاده از مشخصه تبدیل اجازه می‌دهد تا اطلاعات "خام" را برای فیلدهای دارای واحدهایی که از واحدهای استاندارد UNSODA متفاوت است وارد شود. داده‌ها به‌صورت خودکار با فاکتور تبدیل که بعد از واحدهای استاندارد UNSODA بر واحد داده "خام" ضرب می‌شود، ضرب می‌شوند. برای هر مرتبه استفاده از UNSODA فاکتورهای تبدیل باید مشخص شوند در غیر این‌صورت مقادیر واحد پیش‌فرض مورد استفاده قرار خواهند گرفت.



شکل ۱۰- گزارش 'general-report': صفحه اول و اطلاعات مربوط به کد خاک



شکل ۱۱- نمونه‌هایی از خروجی گزارشات 'tabular-data' و 'tabular-data-with-graphics'

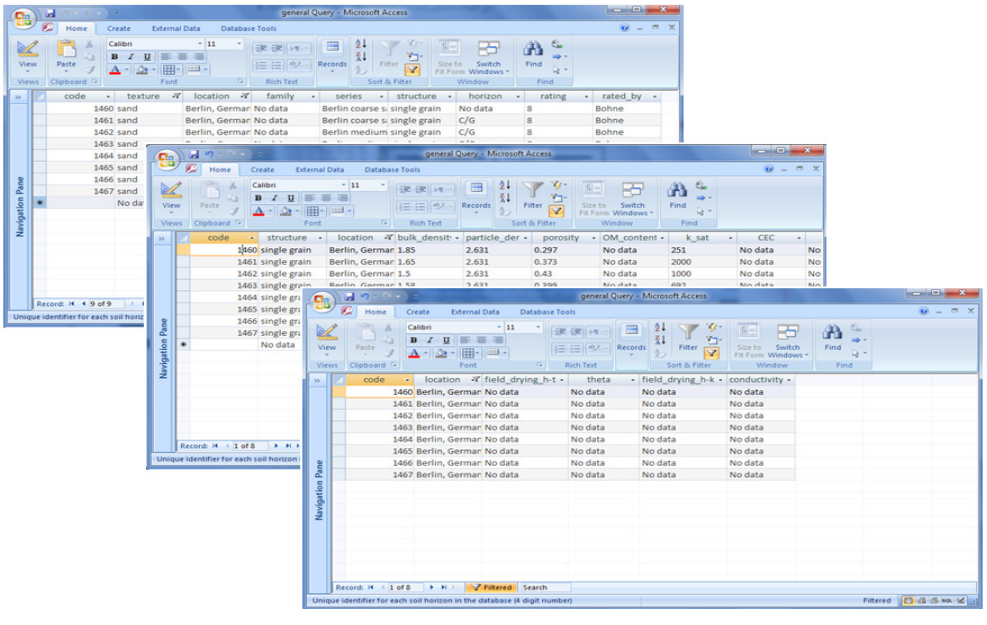
• **گزینه‌های مخفی**[۲۰]

موارد متعددی مانند جداول و گزارشات مخفی در پایگاه داده‌ها وجود دارد. کاربر نمی‌تواند این موارد را ببیند مگر اینکه گزینه مناسبی برای مشاهده موارد مخفی شده انتخاب شود. این موارد برای کمک به ساختن سایر موارد استفاده می‌شوند، بنابراین باید برای عملکرد مطلوب بدون تغییر باقی بماند.

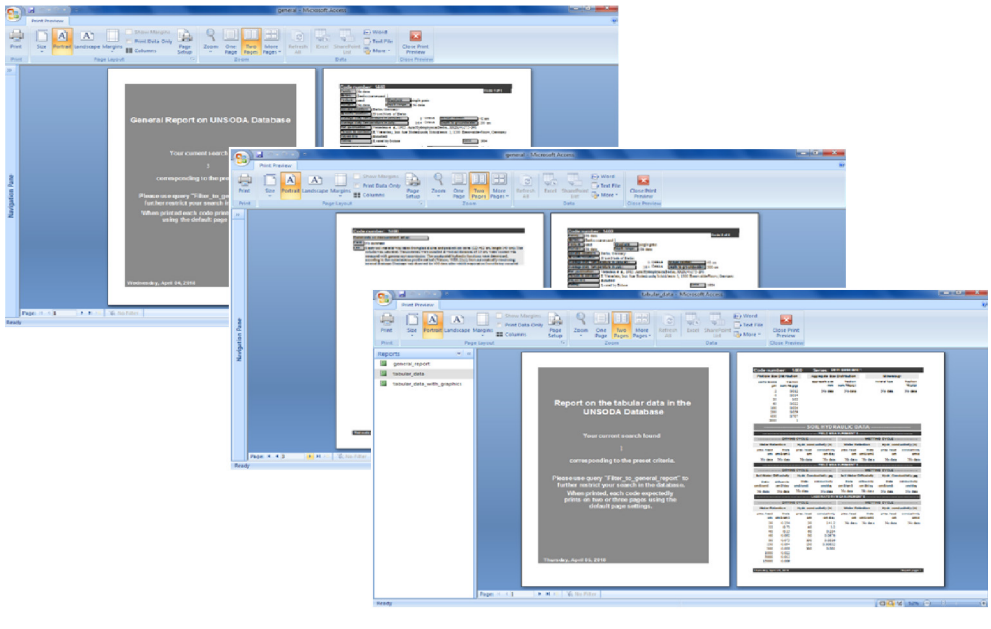
یك نمونه مثال کاربردی

به‌عنوان‌مثال نیاز است اطلاعات مربوط به داده‌های توصیفی، خصوصیات خاک و توضیحاتی در مورد روش‌های اندازه‌گیری آزمایشگاهی و مزرعه‌ای خصوصیات هیدرولیکی خاك‌های با بافت شن را برای کشور آلمان از بانك خاك UNSODA استخراج شود. به‌این منظور ابتدا با استفاده از گزینه جستجو طراحی موارد فوق را انجام داده و با اجرای آن اطلاعات خاك‌های با بافت شن (برلین-آلمان) در جدول "code_filter" ذخیره می‌شود (شکل ۱۳).

همچنین می‌توان نتایج این جستجو را به‌صورت گزارش مشاهده کرد (شکل ۱۴).



شکل ۱۳- نتایج طراحی 'query' برای خاک‌های شنی کشور آلمان



شکل ۱۴- نمونه‌هایی از خروجی گزارشات 'general report' و 'tabular-data'برای خاک‌های شنی کشور آلمان

از این اطلاعات می‌توان به‌منظور ارزیابی توابع موجود و یا تولید توابع جدید برآورد کننده خصوصیات هیدرولیکی خاک (هدایت هیدرولیکی، منحنی مشخصه رطوبتی و سایر موارد) استفاده کرد. در این‌تحقیق به‌عنوان‌مثال برای کد نمونه ۱۴۶۱ با بافت شنی منحنی مشخصه رطوبتی و هدایت هیدرولیکی غیراشباع بر اساس مدل ون‌گنوختن به‌دست آمده است. به‌این‌منظور ابتدا پارامترهای مدل ون‌گنوختن (θ_r، θ_s، α و n) با استفاده از نرم‌افزار RETC (van Genuchten و همکاران، ۱۹۹۱) از روی بافت خاک و با وارد کردن جفت داده‌های مکش-رطوبت و با فرض m=1-1/n به‌دست‌آمد (θ_r، θ_s، α و n به‌ترتیب برابر ۰/۰۱۹ ($m^3.m^{-3}$)، ۰/۰۱۹ ($m^3.m^{-3}$)، ۰/۱۹ (m^{-1})، ۸/۲۶۲ و ۲/۷۶۹۰ و مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع برابر ۰/۰۰۰۲۳ ($m.s^{-1}$). سپس منحنی مشخصه رطوبتی و هدایت هیدرولیکی غیراشباع بر اساس مدل ون‌گنوختن به‌ترتیب از روابط (۱) و (۴) برآورد شد (شکل ۱۵).

$$h(\theta)=\frac{1}{\alpha}\left(S_e(\theta)^{-\frac{1}{m}}-1\right)^{\frac{1}{n}} \quad (۱)$$

که در آن h(θ) مکش آب خاک در رطوبت θ (m)، α و n مقادیر ثابت، Se(θ) درجه اشباع مؤثر که با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

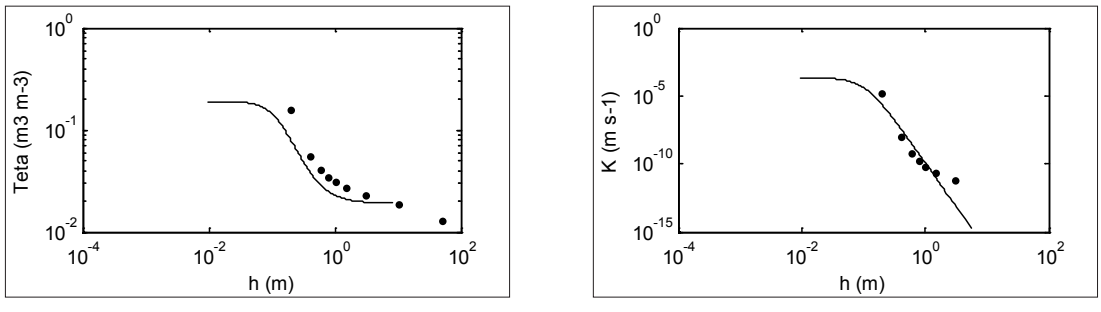
$$\left[\frac{(\theta-\theta_r)}{(\theta_s-\theta_r)}\right] \quad (۲)$$

که در آن θ_r و θ_s به‌ترتیب مقدار رطوبت باقی مانده و اشباع خاک ($m^3.m^{-3}$) می‌باشند و پارامتر m با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

$$m=(1-1/n) \quad (۳)$$

$$K(\theta)=K_S S_e^{0.5}\left[1-\left(1-S_e^{1/m}\right)^m\right]^2 \quad (۴)$$

در رابطه (۴)$ K_S هدایت هیدرولیکی اشباع است.



شکل ۱۵- منحنی مشخصه رطوبتی (چپ) و منحنی هدایت هیدرولیکی غیراشباع (راست) برای کد نمونه ۱۴۶۱. خط ممتد: مدل ون‌گنوختن، نقاط: مقادیر اندازه‌گیری شده می‌باشند که از بانک خاک UNSODA استخراج شده‌اند.

پی‌نوشت

1- Unsaturated Soil Hydraulic Database
2- US Salinity Laboratory
3- Ks
4- CEC
5- SAR
6- ESP
7- EC
8- General
9- Soil Properties
10- Methodology
11- Pointer Table
12- Contact_Person
13- Publication
14- Pointer Numbers
15- Summary_Of_Tabular_Data
16- Filter_For_Reports
17- Structured Query Language
18- Customized Formatting
19- Module
20- Hidden objects

منابع

امیدی، س.، قهرمان، ب. ۱۳۸۸. استفاده از سطح ویژه بخار- مایع در برآورد تابع هدایت هیدرولیکی غیراشباع. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۱۶(۳): ۸۳-۱۰۴.

مهدیان، م.، قهرمان، ب. ۱۳۹۲. رابطه تجربی بین شاخه خشک و تر منحنی رطوبتی خاک با استفاده از مدل ون‌گنوختن. پژوهش‌های خاك (علوم خاك و آب)، ۲۷(۴): ۵۲۱-۵۲۹.

Arya L.M. and Paris J.F. 1981. A physicoempirical model to predict the soil moisture characteristic

Van Genuchten M.Th., Leij F.J. and Yates S.R. 1991. The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils. (Available at www.ussl.ars.usda.gov/models/retc.htm; verified 11 Jan. 2005). Report No. EPA/600/2–91/065. R.S. Kerr Environ. Res. Lab., USEPA, Ada, OK.

Van Genuchten M. Th., Leij F. J. and Lund L. J. 1992. Proceedings International Workshop Indirect methods for estimating the hydraulic properties of unsaturated soils. Univ. California, Riverside.

Wösten J. H. M. and Bouma J. 1992. Applicability of soil survey data to estimate hydraulic properties of unsaturated soils, 463-472. In M. Th. van Genuchten, F. J. Leij, and L. J. Lund (ed.) Proc. Int. Workshop on Indirect Methods for Estimating the Hydraulic Properties of Unsaturated Soils. Univ. California, Riverside, CA.

Zhuang J., Nakayama K., Yu G. R. and Miyazaki T. 2000a. Scaling of saturated hydraulic conductivity: A comparison of models. Soil Sci, 165(9):718-727.

from particle size distribution and bulk density data. Soil Sci Soc Am J, 45:1023-1030.

Carsel R. F. and R. S. Parrish. 1988. Developing joint probability distributions of soil water retention characteristics. Water Resour. Res., 24: 755-769.

Ghahraman B., Omidi S. and Khoshnood Yazdi A. 2012. Scaling and Fractal Concepts in Saturated Hydraulic Conductivity: Comparison of Some Models. Iran agricultural research, 31.

Ghanbarian b., Taslimitehrani V. and Pachepsky Y.A. 2017. Accuracy of sample dimension-dependent pedotransfer functions in estimation of soil saturated hydraulic conductivity. CATENA, 149 (1):374-380.

Leij F. J., Alves W. J. and Van Genuchten M. Th. 1996. The UNSODA Unsaturated Soil Hydraulic Database User's Manual Version 1.0. U.S. Salinity Laboratory. EPA/600/R-96/095.

Nemes A., Schaap M. and Leij F. J. 1999. The UNSODA Unsaturated Soil Hydraulic Database Version 2.0. U.S. Salinity Laboratory Riverside CA 92507. USA.