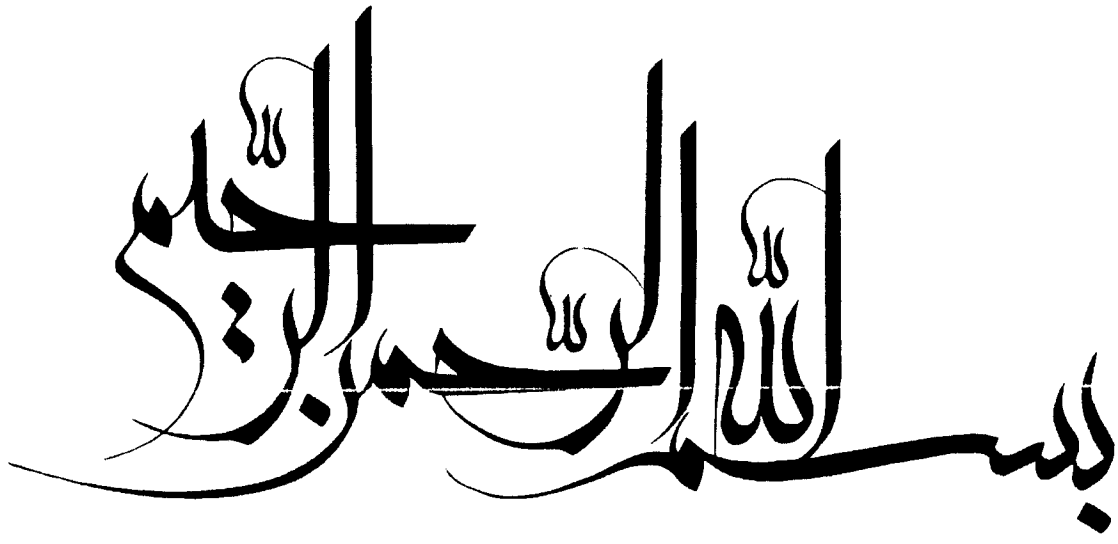

١٤٧٣١٩

دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
کتابخانه مرکزی ۱۳۷۰

دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان

دانشکده کشاورزی

گروه خاکشناسی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی خاکشناسی گرایش فیزیک

تعیین توابع انتقالی تراکم و ویژگی‌های دیریافت خاک‌های استان کرمان با استفاده از رگرسیون آماری و مدل شبکه عصبی

استاد راهنما:
دکتر حسین شیرانی

اساتید مشاور:
دکتر هرمزد نقوی
دکتر غلامعباس صیاد

نگارش:
نغمه‌سادات رفیع نژاد

۱۳۸۹/۹/۱۴

بهمن ماه / ۱۳۸۷

۱۴۷۳۱۶

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه ولی‌عصر(عج) است.

مدیر تحصیلات تکمیلی
دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

دانشکده کشاورزی

گروه خاکشناسی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی خاکشناسی گرایش فیزیک خاک

عنوان پایان نامه

تعیین توابع انتقالی تراکم و ویژگی‌های دیریافت خاک‌های استان کرمان با استفاده از رگرسیون آماری و مدل شبکه عصبی

در تاریخ ...۸۷/۱۱/۱۶ توسط هیات داوران زیر بررسی و با درجه .....عالی..... به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه دکتر حسین شیرانی با مرتبه علمی استادیار امضاء

۲- استاد مشاور پایان‌نامه دکتر هرمزد نقوی با مرتبه علمی استادیار امضاء

۳- استاد مشاور پایان‌نامه دکتر غلامعباس صیاد با مرتبه علمی استادیار امضاء

۴- استاد داور داخل گروه دکتر وحید مظفری با مرتبه علمی استادیار امضاء

۵- استاد داور خارج از گروه دکتر حسین دشتی با مرتبه علمی استادیار امضاء

با سپاس از خداوند یکتا که زندگیم بخشید و زیبایی نعمت‌هایش را در دنیایم جاری کرد...

با سپاس از پدرم و مادرم که ذره ذره‌ی وجودم از برکت هستی‌شان و ایثار زندگیشان است....

با سپاس از ستاره‌های زندگیم خواهرم و برادرم که نشاط لحظه لحظه‌های عمرم هستند....

قدردانی می‌کنم از زحمات و حمایت‌های بزرگوارانه‌ی استاد گرامی و ارجمندم جناب آقای دکتر حسین شیرانی.

با تشکر از جناب آقای دکتر صیاد و جناب آقای دکتر نقوی و تمامی اساتید بزرگوار این دوره‌ی تحصیلی که هرکدام با کلمه‌ای که به من آموختند، گوشه‌ای از نعمت‌های الهی را به زندگیم بخشیدند.

و با تشکر از حمایت‌های دوستان عزیزم که همیشه کنارم بودند.

تقدیم به

مادرم

پدرم

نیما

نگار

که معنای زندگیم هستند.....

چکیده

اندازه‌گیری برخی از ویژگی‌های مهم خاک، ممکن است مشکل، بسیار وقت‌گیر و یا به هزینه‌ی زیادی نیاز داشته باشد. بنابراین محققان به‌دنبال روش‌ها و روابطی بودند که بتوان این قبیل خصوصیات خاک (خواص دیریافت) را از روی خواصی که به‌طور ساده به‌دست می‌آیند (خواص زودیافت) تخمین بزنند. این‌گونه روابط را اصطلاحاً توابع انتقالی خاک می‌نامند. توابع انتقالی به‌روش‌های مختلف ازجمله رگرسیون آماری و شبکه عصبی و با استفاده از اطلاعات موجود و زودیافت خاک بسط داده می‌شوند. هدف از انجام این تحقیق، تعیین توابع انتقالی برای برآورد خصوصیات دیریافت خاک مثل حداکثر جرم مخصوص ظاهری و رطوبت حداکثر تراکم در منحنی تراکم، FC، PWP و CEC از روی خواص زودیافت خاک مثل درصد شن، سیلت، رس، گچ، آهک، ماده آلی و جرم مخصوص ظاهری توسط معادلات رگرسیون چند متغیره و مدل‌های شبکه عصبی بود. از ۱۰۰ نمونه خاک با خصوصیات متفاوت نمونه‌برداری شد، پس از تعیین خصوصیات فوق‌الذکر شامل بافت خاک، میزان گچ و آهک خاک، مقدار ماده آلی و جرم مخصوص ظاهری در خاک‌های نمونه‌گیری شده و انجام آنالیزهای آماری توابع انتقالی به روش رگرسیون و شبکه عصبی به‌دست آمد. در مدل رگرسیونی به‌دست آمده برای حداکثر جرم مخصوص ظاهری، اثر جرم مخصوص ظاهری اولیه و رس مثبت و اثر شن منفی ارزیابی شد. همچنین R^2 =۰/۷۶ برای مدل به‌دست آمد. در مدل به‌دست آمده، اثر رس و آهک بر رطوبت بحرانی مثبت و اثر گچ منفی بوده است و R^2 =۰/۸۶ می‌باشد. در مدل رگرسیونی استاندارد FC به‌دست آمده با داده‌های اولیه خاک، رس اثر مثبت و گچ و شن اثر منفی بر ظرفیت زراعی نشان دادند، R^2 مدل نیز برابر ۰/۸۶ به‌دست آمد. R^2 به‌دست آمده برای مدل رگرسیونی pwp برابر با ۰/۴۵ بود که در این مدل فقط اثر مثبت مقدار رس معنی‌دار گشت. در تابع انتقالی مربوط به ظرفیت تبادل کاتیونی اثر رس و ماده آلی معنی‌دار و مثبت بود (R^2 =۰/۹۴). در روش رگرسیون کلیه‌ی داده‌هایی که تأثیر آن‌ها بر پارامترهای دیریافت مورد نظر معنی‌دار نبود، از مدل حذف شدند. در این مطالعه برای تخمین پارامترهای مورد نیاز از طریق شبکه عصبی از نرم‌افزار MATLAB استفاده شد. در مدل شبکه عصبی برای تمام پارامتر های دیریافت خاک بهترین مدل در صورتی به‌دست آمد که از همه‌ی پارامترهای زودیافت خاک، میزان شن، سیلت، رس، ماده‌آلی، گچ، آهک و جرم مخصوص ظاهری استفاده شود. در این روش برای حداکثر جرم مخصوص ظاهری R^2=۰/۹۶ گردید. برای رطوبت بحرانی خاک R^2=۰/۹۸ به‌دست آمد. R^2 به‌دست آمده برای ظرفیت زراعی و نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۹۳ شد. همچنین برای ظرفیت تبادل کاتیونی خاک R^2 مدل ۰/۹۹ برآورد گردید.

واژه‌های کلیدی: توابع انتقالی، رگرسیون، شبکه عصبی، منحنی تراکم خاک، ظرفیت زراعی ، نقطه‌ی پژمردگی دائم و ظرفیت تبادل کاتیونی.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول	
مقدمه	۱
فصل دوم	
مروری بر تحقیقات انجام شده	۶
۲-۱ توابع انتقالی	۷
۲-۱-۱ سنجش اعتبار توابع انتقالی	۹
۲-۲ تراکم خاک	۹
۲-۲-۱ اثر تراکم بر جرم مخصوص ظاهری خاک	۱۱
۲-۲-۲ اثر تراکم بر روی خواص رطوبتی خاک	۱۱
۲-۲-۳ تراکم‌پذیری خاک	۱۲
۲-۲-۳-۱ عوامل خارجی مؤثر بر تراکم‌پذیری خاک	۱۳
۲-۲-۳-۲ تأثیر رطوبت بر تراکم‌پذیری خاک	۱۳
۲-۲-۳-۳ تأثیر مواد آلی بر تراکم‌پذیری خاک	۱۴
۲-۳ رطوبت حداکثر تراکم خاک	۱۵
۲-۴ FC و PWP خاک	۱۶
۲-۴-۱ ظرفیت زراعی	۱۶
۲-۴-۲ نقطه پژمردگی دائم	۱۷
۲-۵ ظرفیت تبادل کاتیونی خاک	۱۸
۲-۶ شبکه عصبی	۱۹
۲-۷ رابطه تراکم‌پذیری و خصوصیات فیزیکی خاک	۲۲
۲-۸ رابطه رطوبت بحرانی با خصوصیات فیزیکی خاک	۲۶
۲-۹ رابطه‌ی منحنی مشخصه آب خا ک با خصوصیا ت فیزیکی خاک	۲۷

۲-۱۰ رابطه هدایت هیدرولیکی اشباع (k_s) خاک با خصوصیات فیزیکی خاک ۳۳

فصل سوم

مواد و روش‌ها ۳۶

۳-۱ نمونه‌برداری ۳۷

۳-۱-۱ مکان نمونه‌برداری ۳۷

۳-۱-۲ روش نمونه برداری ۳۸

۳-۲ آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه ۳۸

۳-۳ تعیین منحنی‌های تراکم خاک با آزمایش تراکم ۳۸

۳-۴ تعیین FC و PWP در محدوده فشارهای ۰/۳ تا ۱۵ بار ۴۱

۳-۵ تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۴۲

۳-۶ تعیین جرم مخصوص ظاهری خاک ۴۲

۳-۷ تعیین بافت خاک ۴۳

۳-۸ تعیین میزان آهک خاک ۴۳

۳-۹ تعیین میزان گچ خاک ۴۳

۳-۱۰ تعیین میزان ماده آلی خاک ۴۴

۳-۱۱ آنالیز آماری ۴۴

فصل چهارم

نتایج و بحث ۴۵

۴-۱ حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۴۷

۴-۱-۱ تأثیر مقدار رس بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری ۴۹

۴-۱-۲ تأثیر مقدار شن بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری ۴۹

۴-۱-۳ تأثیر مقدار سیلت بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری ۵۰

۴-۱-۴ تأثیر مقدار گچ و آهک بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری ۵۱

۴-۱-۵ تأثیر ماده آلی بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۵۲

۴-۱-۶ تأثیر جرم مخصوص ظاهری اولیه بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۵۲

۴-۲ مقدار رطوبت در نقطه حداکثر تراکم ۵۴

۴-۲-۱ تأثیر مقدار رس بر رطوبت بحرانی ۵۷
۴-۲-۲ تأثیر مقدار گچ و آهک بر رطوبت بحرانی ۵۸
۴-۲-۳ تأثیر مقدار شن بر رطوبت بحرانی ۵۹
۴-۲-۴ تأثیر مقدار سیلت بر رطوبت بحرانی ۶۰
۴-۲-۵ تأثیر مقدار ماده آلی بر رطوبت بحرانی ۶۱
۴-۲-۶ تأثیر مقدار جرم مخصوص ظاهری بر رطوبت بحرانی ۶۱
۴-۳ ظرفیت زراعی خاک ۶۳
۴-۳-۱ تأثیر مقدار رس خاک بر نقطه رطوبتی FC ۶۶
۴-۳-۲ تأثیر مقدار شن بر نقطه رطوبتی FC ۶۷
۴-۳-۳ تأثیر مقدار گچ بر نقطه‌ی رطوبتی FC ۶۸
۴-۳-۴ تأثیر مقدار ماده آلی بر نقطه‌ی رطوبتی FC ۶۹
۴-۳-۵ تأثیر مقدار آهک بر نقطه رطوبتی FC ۶۹
۴-۳-۶ تاثیر مقدار سیلت بر نقطه رطوبتی FC ۷۰
۴-۳-۷ تأثیر مقدار جرم مخصوص ظاهری اولیه بر نقطه رطوبت FC ۷۱
۴-۴ نقطه پژمردگی دائم ۷۳
۴-۴-۱ تأثیر مقدار رس بر نقطه رطوبتی PWP ۷۴
۴-۴-۲ تأثیر مقدار شن بر نقطه رطوبتی PWP ۷۵
۴-۴-۳ تأثیر مقدار سیلت بر نقطه رطوبتی PWP ۷۶
۴-۴-۴ تأثیر مقدارماده آلی بر نقطه رطوبتی PWP ۷۶
۴-۴-۵ تأثیر مقدار گچ و آهک بر نقطه رطوبتی PWP ۷۷
۴-۴-۶ تأثیر مقدار جرم مخصوص بر نقطه رطوبتی PWP ۷۹
۴-۵ ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۰
۴-۵-۱ تأثیر مقدار رس بر تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی ۸۲
۴-۵-۲ تأثیر مقدار ماده آلی بر ظرفیت تبادل کاتیونی ۸۳
۴-۵-۳ تأثیر مقدار شن بر ظرفیت تبادل کاتیونی ۸۳
۴-۵-۴ تأثیر مقدار سیلت بر ظرفیت تبادل کاتیونی ۸۴
۴-۵-۵ تأثیر میزان گچ و آهک بر تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی ۸۵

۴-۵-۶ تأثیر مقدار جرم مخصوص ظاهری اولیه بر ظرفیت تبادل کاتیونی ۸۶
۴-۶ تخمین خواص دیریافت در خاک‌های مورد مطالعه به روش شبکه عصبی ۸۸
۴-۶-۱ حداکثر جرم مخصوص ظاهری ۸۸
۴-۶-۲ رطوبت بحرانی ۸۹
۴-۶-۳ ظرفیت زراعی خاک ۹۰
۴-۶-۴ نقطه پژمردگی دائم ۹۱
۴-۶-۵ ظرفیت تبادل کاتیونی ۹۲
۴-۷ مقایسه روش‌های رگرسیون و شبکه عصبی ۹۴
۴-۸ پیشنهادها ۹۵
پیوست‌ها ۹۶
فصل پنجم
منابع ۱۰۳

فهرست جداول، شکل‌ها و نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار

۲-۱ اثر ماده آلی بر تراکم‌پذیری خاک ۱۵

۴-۱ پخش خطاهای استاندارد مدل رگرسیونی حداکثر جرم مخصوص ظاهری ۴۸

۴-۲ اثر مقدار رس بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۴۹

۴-۳ اثر مقدار شن بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۵۰

۴-۴ اثر مقدار سیلت بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۵۱

۴-۵ اثر مقدار گچ بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۵۱

۴-۶ اثر مقدار آهک بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۵۱

۴-۷ اثر مقدار ماده آلی بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۵۲

۴-۸ اثر مقدار جرم مخصوص ظاهری اولیه بر حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۵۳

۴-۹ پخش خطاهای استاندارد مدل رگرسیونی رطوبت بحرانی ۵۶

۴-۱۰ اثر مقدار رس بر رطوبت بحرانی خاک ۵۷

۴-۱۱ اثر مقدار گچ بر رطوبت بحرانی خاک ۵۹

۴-۱۲ اثر مقدار آهک بر رطوبت بحرانی خاک ۵۹

۴-۱۳ اثر مقدار شن بر رطوبت بحرانی خاک ۶۰

۴-۱۴ اثر مقدار سیلت بر رطوبت بحرانی خاک ۶۰

۴-۱۵ اثر مقدار ماده آلی بر رطوبت بحرانی خاک ۶۱

۴-۱۶ اثر مقدار جرم مخصوص ظاهری اولیه بر رطوبت بحرانی خاک ۶۲

۴-۱۷ پخش خطاهای استاندارد مدل رگرسیونی ظرفیت زراعی ۶۵

۴-۱۸ اثر مقدار رس بر ظرفیت زراعی خاک ۶۷

۴-۱۹ اثر مقدار شن بر ظرفیت زراعی خاک ۶۷

۴-۲۰ اثر مقدار گچ بر ظرفیت زراعی خاک ۶۸

۴-۲۱ اثر مقدار ماده آلی بر ظرفیت زراعی خاک ۶۹

۴-۲۲ اثر مقدار آهک بر ظرفیت زراعی خاک ۷۰

۴-۲۳ اثر مقدار سیلت بر ظرفیت زراعی خاک ۷۰

۴-۲۴ اثر مقدار جرم مخصوص ظاهری اولیه بر ظرفیت زراعی خاک ۷۱
۴-۲۵ پخش خطاهای استاندارد مدل رگرسیونی نقطه‌ی پژمردگی دائم ۷۴
۴-۲۶ اثر مقدار رس بر نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک ۷۵
۴-۲۷ اثر مقدار شن بر نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک ۷۶
۴-۲۸ اثر مقدار سیلت بر نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک ۷۶
۴-۲۹ اثر مقدار ماده آلی بر نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک ۷۷
۴-۳۰ اثر مقدار گچ بر نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک ۷۸
۴-۳۱ اثر مقدار آهک بر نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک ۷۸
۴-۳۲ اثر مقدار جرم مخصوص ظاهری اولیه بر نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک ۷۹
۴-۳۳ پخش خطاهای استاندارد مدل رگرسیونی ظرفیت تبادل کاتیونی ۸۲
۴-۳۴ اثر مقدار رس بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۲
۴-۳۵ اثر مقدار ماده آلی بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۳
۴-۳۶ اثر مقدار شن بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۴
۴-۳۷ اثر مقدار سیلت بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۴
۴-۳۸ اثر مقدار گچ بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۵
۴-۳۹ اثر مقدار آهک بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۵
۴-۴۰ اثر مقدار جرم مخصوص ظاهری بر ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۶
۵-۱ چند نمونه از منحنی‌های تغییرات جرم مخصوص ظاهری خاک در رطوبت‌های متفاوت ۱۰۰

جدول

۳-۱ مکان نمونه برداری و تعداد نمونه‌ها ۳۷
۴-۱ آنالیز واریانس رگرسیون برای متغیرهای وارد شده در مدل حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۴۷
۴-۲ آزمون ضرایب رگرسیون در مدل نهایی حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۴۸
۴-۳ آنالیز واریانس رگرسیون با در نظر گرفتن همه‌ی پارامترها در مدل حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۵۳
۴-۴ آزمون ضرایب رگرسیون بدون حذف پارامترها در مدل حداکثر جرم مخصوص ظاهری خاک ۵۴
۴-۵ آنالیز واریانس رگرسیون برای متغیرهای وارد شده در مدل رطوبت بحرانی خاک ۵۵

۴-۶ آزمون ضرایب رگرسیون در مدل نهایی رطوبت بحرانی خاک ۵۶
۴-۷ آنالیز واریانس رگرسیون با در نظر گرفتن همه‌ی پارامترها در مدل رطوبت بحرانی خاک ۶۲
۴-۸ آزمون ضرایب رگرسیون بدون حذف پارامترهاا در مدل رطوبت بحرانی خاک ۶۳
۴-۹ آنالیز واریانس رگرسیون برای متغیرهای وارد شده در مدل ظرفیت زراعی خاک ۶۴
۴-۱۰ آزمون ضرایب رگرسیون در مدل نهایی ظرفیت زراعی خاک ۶۴
۴-۱۱ آنالیز واریانس رگرسیون با در نظر گرفتن همه‌ی پارامترها در مدل ظرفیت زراعی خاک ۷۲
۴-۱۲ آزمون ضرایب رگرسیون بدون حذف پارامترها در مدل ظرفیت زراعی خاک ۷۲
۴-۱۳ آنالیز واریانس رگرسیون برای متغیرهای وارد شده در مدل نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک ۷۳
۴-۱۴ آزمون ضرایب رگرسیون در مدل نهایی نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک ۷۴
۴-۱۵ آنالیز واریانس رگرسیون با در نظر گرفتن همه‌ی پارامترها در مدل نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک ۷۹
۴ ۱۶ آزمون ضرایب رگرسیون بدون حذف پارامترها در مدل نقطه‌ی پژمردگی دائم خاک ۸۰
۴-۱۷ آنالیز واریانس رگرسیون برای متغیرهای وارد شده در مدل ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۱
۴-۱۸ آزمون ضرایب رگرسیون در مدل نهایی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۱
۴-۱۹ آنالیز واریانس رگرسیون با در نظر گرفتن همه‌ی پارامترها در مدل ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۶
۴-۲۰ آزمون ضرایب رگرسیون بدون حذف پارامترهاا در مدل ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ۸۷
۵-۱ برخی خصوصیات فیزیکی زودیافت و دیریافت اندازه‌گیری شده ۹۷

شکل

۲-۱ نمایی از شبکه‌ی عصبی طبیعی ۲۰
۲-۲ نمایی از شبکه‌ی عصبی مصنوعی ۲۰
۲-۳ نمایی ظاهری از مدل شبکه عصبی پرسپترون تک لایه ۲۱
۲-۴ نمایی ظاهری از مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه ۲۱
۳-۱ وسیله تراکم استاندارد خاک (پروکتور) ۴۰

فصل اول

مقدمه

فصل اول

اندازه‌گیری برخی از ویژگی‌های مهم خاک، ممکن است مشکل، بسیار وقت‌گیر و یا به هزینه‌ی زیادی نیاز داشته باشد. بنابراین محققان به‌دنبال روش‌ها و روابطی هستند که بتوان این قبیل خصوصیات خاک (خواص دیریافت) را از روی خواصی که به‌طور ساده به‌دست می‌آیند (خواص زودیافت) تخمین بزنند. این‌گونه روابط را اصطلاحاً توابع انتقالی خاک[1] می‌نامند.

توابع انتقالی خاک درواقع مدل‌های ریاضی، فیزیکی و یا تجربی هستند که توسط آن‌ها خصوصیات دیریافت خاک از روی خصوصیات ابتدائی و زودیافت خاک تخمین زده می‌شود. در غیاب اندازه‌گیری‌های مستقیم، این توابع ارزشمند ویژگی‌های اگرواکولوژیکی را با داده‌های خاک به‌خصوص در مکان‌های مشخص برای هر مطالعه به‌درستی تخمین می‌زنند (فیلا و همکاران[2]،۲۰۰۶). در حقیقت توابع‌انتقالی‌خاک یکی از روش‌های غیرمستقیم در برآورد ویژگی‌های دیریافت خاک می‌باشند و خصوصیات پایه‌ای خاک را به سایر خصوصیات خاک ارتباط می‌دهند. خصوصیاتی از خاک مانند منحنی تراکم خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک[3]، ظرفیت زراعی[1] خاک

---

1 - Pedotransfer functions.

2 - Fila et al.

3 - Cation Exchangable Capacity (CEC).

ورطوبت پژمردگی دائم[۲] خاک تابع خصوصیات زودیافت خاک مثل درصد شن، سیلت، رس، گچ، ماده آلی، آهک و غیره می‌باشند.

توابع‌انتقالی به‌روش‌های مختلف ازجمله رگرسیون و شبکه عصبی و با استفاده از اطلاعات موجود و زودیافت خاک بسط داده می‌شوند. در نتیجه، ضمن صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌ها، می‌توانند مقایسه مناسبی را برای تعیین بهترین روش تخمین پارامترهای خاک انجام دهند. تعیین توابع انتقالی به‌صورتی انجام می‌شود که کاربر این توابع بتواند با سطوح متفاوت اطلاعاتی، تخمین پارامترهای خاک را با دقت مناسب انجام دهد.

شکل کلی توابع انتقالی که ویژگی‌های زودیافت خاک را به‌عنوان متغیرهای رگرسیونی درنظر می‌گیرند، به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \ldots\ldots + b_n x_n$$

که در اینجا Y خواص دیریافت خاک (FC، PWP، CEC، تراکم خاک و ...) و b_0 تا b_n ضرایب رگرسیون و x_1 تا x_n متغیرهای مستقل یا خصوصیات زودیافت خاک هستند.

تراکم خاک، FC، PWP و CEC خواصی در ارتباط با خصوصیات فیزیکی خاک هستند که به‌دست آوردن آن‌ها در انجام هرگونه عملیات کشاورزی و عمرانی ضروری می‌باشد.

ازجمله شاخص‌های تخریب فیزیکی خاک، تراکم می‌باشد. در اکثر نقاط جهان با مکانیزه شدن کشاورزی، تراکم باعث ایجاد مشکلاتی در عملیات کشت و کار و حفاظت خاک شده است. در زمینه‌ی کشاورزی تراکم موجب کاهش نفوذ آب، افزایش رواناب، تغییر در سرعت حرکت آب در خاک، مشکلات خاک‌ورزی و محدودیت توسعه ریشه می‌شود (آراگون و همکاران[۳]،۲۰۰۰; هاکانسون و همکاران[۴]،۲۰۰۲). هم‌چنین تراکم خاک باعث تخریب ساختمان خاک می‌گردد و یکی از عوامل ایجاد فرسایش خاک است که به‌ویژه با کاربرد نامناسب ماشین‌های کشاورزی تشدید شده و به‌علت تغییر شکل و اندازه و خلل فرج درون و میان خاک‌دانه‌ها تأثیر زیادی بر ویژگی‌های

---

[1] - Field capacity (FC).

[2] - Permanent Wilting Point (PWP).

[3] - Aragon et al.

[4] - Hakansson et al.

ساختمان خاک، هدایت گرمایی و آبی و انتقال گازها در خاک می‌گذارد (هاکانسون و همکاران،۱۹۹۸; رقاوندرا و مک‌کیز[1]،۱۹۹۰). ارزیابی و برآورد تراکم خاک از نظر حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش، اهمیت ویژه‌ای دارد (بیووین و همکاران[2]،۲۰۰۶). وسعت خاک‌های متراکم در جهان معادل ۶۸/۳ میلیون هکتار برآورد شده است که از این مقدار، ۵۱ درصد دارای تراکم خفیف (که به‌مقدار کمی باعث کاهش محصولات مزرعه می‌شود و با عملیات مدیریتی بهبود می‌یابد)، ۳۳ درصد دارای تراکم متوسط (که کاهش شدیدی در میزان محصول ایجاد می‌کند و عملیات مدیریتی گسترده‌ای برای آن باید در نظر گرفت) و ۱۶ درصد دارای تراکم شدید (که قابل اصلاح در سطح مزرعه نیست) می‌باشند (براوناک[3] و هاکانسون،۲۰۰۶; اتانا و همکاران[4]،۱۹۹۹; وانکورکرک و سوان[5]،۱۹۹۴).

اهمیت آزمون پروکتور برای به‌دست آوردن منحنی تراکم خاک و حداکثر مقدار تراکم توسط واگنر[6] و همکاران (۱۹۹۴) بیان شده است. نقطه ماکزیمم جرم مخصوص ظاهری[7] نقطه‌ای است که در آن تخلخل هوایی تقریباً وجود ندارد و پس از آن با افزایش رطوبت، جرم مخصوص ظاهری[8] کاهش می‌یابد. طی تحقیقاتی نشان داده شد، این نقطه که به‌عنوان بالاترین مقدار تراکم معرف شده است، ارتباط معنی‌داری با ذرات معدنی ریز (درصد شن، سیلت و رس)، ماده آلی، ویژگی‌های رطوبتی و .... در خاک دارد (گولدسمیت و همکاران[9]،۲۰۰۱; واگنر و همکاران،۱۹۹۴).

اندازه‌گیری تراکم‌پذیری خاک[10] از طریق آزمون پروکتور همان‌طور که در قسمت‌های بعدی شرح داده‌خواهد شد، در سطح وسیع بسیار دشوار و وقت‌گیر می‌باشد و با توجه به گستردگی

---

[1] - Raghavendra and McKeys.

[2] - Biovin et al.

[3] - Braunack.

[4] - Etana et al.

[5] - Van Quwerkerk and Soane.

[6] - Wagner.

[7] - Maximum Bulk Density (MBD).

[8] - Bulk Density (BD).

[9] - goldsmith et al.

[10] - Soil Compctibility.

خاک‌های جهان و لزوم به‌دست آوردن تراکم‌پذیری هر خاک، دانشمندان این علم سعی در یافتن راهی آسان‌تر و علمی برای به‌دست آوردن این مشخصه دیریافت خاک داشته‌اند.

از خواص مهم دیگر خاک که تعیین آن‌ها در عرصه کشاورزی اهمیت زیادی دارد، ویژگی‌هایی ازقبیل PWP و FC می‌باشد. تعیین نقاط FC و PWP برای به‌دست آوردن بهترین زمان آبیاری و مقدار آب آبیاری بسیار مهم است، زیرا این نقاط شاخصی برای دانستن میزان آب قابل استفاده گیاه در هر زمان می‌باشند.

همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC) عبارت از حداکثر مقدار کاتیونی است که وزن معینی از خاک قادر است در خود جذب یا نگهداری نماید. این ظرفیت را بر حسب سانتی مول بر کیلوگرم خاک خشک نشان می‌دهند. به‌دست آوردن این خصوصیت خاک نیز در مباحث شیمی و حاصلخیزی خاک دارای اهمیت به‌سزایی می‌باشد.

اندازه‌گیری مستقیم منحنی رطوبتی خاک و مخصوصاً نقاط رطوبتی مهم FC و PWP و هم‌چنین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به‌دلیل هزینه زیاد و وقت‌گیر بودن و نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی ویژه، دشوار می‌باشد. به‌همین دلیل در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی برای یافتن شیوه‌های ساده و ارزان به‌منظور شناسایی روابط منطقی و عملی بین خواص دیریافت خاک و خواص زودیافت خاک انجام شده است.

پس از تحقیقات انجام شده، دانشمندان به این نتیجه رسیدند که استفاده از توابع‌انتقالی در تعیین خصوصیات دیریافت خاک با استفاده از خواص زودیافت خاک، یکی از راه‌های مفید برای صرفه‌جویی در زمان و انرژی می‌باشد.

با توجه به انجام مطالعات محدود در زمینه توابع انتقالی در ایران نسبت به کشورهای پیشرفته، در این مطالعه ارزش توابع‌انتقالی در تعیین خواص دیریافت خاک توسط خواص زودیافت آن در خاک‌های مناطق مختلف استان کرمان مورد بررسی قرار گرفت.

هدف از انجام این تحقیق، تعیین توابع انتقالی برای برآورد خصوصیات دیریافت خاک مثل حداکثر جرم مخصوص ظاهری و رطوبت حداکثر تراکم در منحنی تراکم، FC، PWP و CEC از روی خواص زودیافت خاک مثل درصد شن، سیلت، رس، گچ، آهک، ماده آلی و جرم مخصوص ظاهری توسط معادلات رگرسیون چند متغیره و مدل‌های شبکه عصبی بود.

فصل دوم

مروری بر تحقیقات