دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم خاک

رده بندی و پهنه بندی خاکهای گچی دشت ارایض شوش با کمک هوش مصنوعی وGIS

نگارنده : بهزاد سبحانی

اساتید راهنما

دکتر علی عباسپور

دکتر صمد امامقلی‌زاده

اساتید مشاور

دکتر میرزایی مقدم

مهندس پدیده جوادی

تیر ماه۱۳۹۶

شماره: ۱۸۶ک
تاریخ: ۱۳۹۷/۶/۱۳

باسمه‌تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای بهزاد سبحانی با شماره دانشجویی ۹۳۰۹۲۰۴ رشته مهندسی علوم خاک گرایش پیدایش و رده بندی خاک تحت عنوان رده بندی و پهنه بندی خاکهای گچی دشت ارایض شوش با کمک هوش مصنوعی و **GIS** که در تاریخ ۹۳/۴/۱۸ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با امتیاز ۱۸.۸۹ درجه عالی (خوب)) ☑ **مردود ☐**

نوع تحقیق: نظری ☐ **عملی ☑**

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنمای اول	علی عباسپور	دانشیار	
۲- استادراهنمای دوم	صمد امامقلی زاده	دانشیار	
۳- استاد مشاور	حسین میرزایی مقدم پدیده جوادی	استادیار مربی	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	حمیدرضا صمدلویی	استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	هادی قربانی	دانشیار	
۶ـ استاد ممتحن دوم	یاسر صفری	استادیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تشکر و قدردانی:

سپاس خداوند مهربان را که در لحظه لحظه ی زندگی، یاریم نمود. و توانی به من ارزانی داشت تا این مرحله از تحصل را با رضایت به پایان برم .این پژوهش حاصل حمایت های بی دریغ اساتید بزرگوارم جناب آقای دکترعباسپور و دکتر امامقلی زاده می باشدکه از ابتدا تا پایانی ترین لحظات همراهیم نمودند.در اینجا وظیفه ی خود میدانم از حمایت های معنوی پدر مادرعزیزم تشکر نمایم واز خداوند متعال درک جبران گوشه ای از مهربانی های ان ها مسعلت دارم . از همسرم ، همپای همیشه ی راهم ،به خاطر همه ی بودنش ممنونم .در انتها از همه ی کسانی که حتی با یک لبخند یاریم نمودند سپاس گذارم .

تعهدنامه

اینجانب بهزاد سبحانی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی –علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه رده بندی و پهنه بندی خاکهای گچی دشت ارایض شوش با کمک هوش مصنوعی و GIS تحت راهنمائی دکتر علی عباسپور و دکتر صمد امامقلی زاده متعهد می شوم .

تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .

- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- ***کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .***

چکیده

بهره برداری صحیح و اصولی ازمنابع محدود آب و خاک اهمیت زیادی دارد و تقریباً همه غذای مردم دنیا بایستی از خاک تولید شود. با هدف بررسی پتانسیل اراضی دشت شوش به مساحت ۵۱۷۳ هکتار واقع در استان خوزستان، جهت شناسائی و رده بندی خاکهای گچی منطقه مطالعاتی تعداد ۱۸۱ پروفیل و ۱۸۱ مته حفاری، تشریح و نمونه برداری شد و مقدار گچ با شبکه عصبی مصنوعی (نرم افزار Qnet 2000) برآورد شد و پهنه بندی گچ به روش IDW (در عمق ۵۰-۰ و ۱۰۰-۵۰ سانتیمتری) و کریجینگ (در عمق ۱۵۰-۱۰۰ سانتیمتری) انجام و نقشه شوری و قلیائیت برای این اراضی تهیه شد. خاکهای منطقه مطالعاتی در سیزده سری قرار گرفتند که این خاکها به لحاظ رده بندی در سه رده Entisols (خاکهای بدون تکامل پروفیلی) و Inceptisols (خاکهای دارای تکامل پروفیلی)و اریدی سول Aridisols (خاکهای دارای تکامل پروفیلی در رژیم رطوبتی اریدیک) رده بندی می‌شوند. با توجه به کافی بودن میزان بارش‌های منطقه می‌توان شستشوی گچ ودر قسمتهایی آهک را از افقهای سطحی به سوی لایه های عمقی‌تر و تجمع در این لایه ها مشاهده نمود. شیب اراضی که در میزان نفوذ آب در خاک موثر بوده، باعث گردیده که عمق تجمع گچ و در بخشهای کمی آهک در خاک متغییر باشد. همچنین در این تحقیق میزان گچ با استفاده از پنج پارامترpH، EC، درصد رس و سیلت و شن خاک (بافت خاک)، که در انجام مدل‌سازی برای برآورد میزان گچ ۷۵ درصد داده‌ها به قسمت آموزش و ۲۵ درصد به قسمت صحت سنجی اختصاص داده شدند برآورد شد. براساس نتایج حاصل، در پیش‌بینی میزان گچ خاک میزان EC و pH و رس خاک پارامترهای مهم و اصلی به شمار می‌آیند، به‌گونه‌ای که بیشترین تأثیر را دارا می‌باشند. تأثیرگذاری EC از آن جهت که با افزایش میزان گچ میزان نمک های محلول خاک افزوده می‌شود. حضور و تجمع گچ در خاکها بسیاری ازخصوصیات فیزیکی(ساختمان خاک، بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری وهدایت آبی)،خصوصیات شیمیایی(ظرفیت تبادل کاتیونی، اسیدیته خاک و شوری)،مینرالوژیکی و

مهندسی خاکها را تحت تأثیرقرارمی‌دهد و در بسیاری از زمینه‌ها مشکلات جدی بـرای فعالیتهـای انسـانی ایجاد می‌کند.

کلمات کلیدی: رده بندی، خاکهای گچی، پهنه بندی، شبکه عصبی مصنوعی، شوش

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه:

۱-بررسی خصوصیات فیزیکو شیمیایی و سیرتکاملی خاکهای دشت ارایض –کنفرانس سراسری تحقیق در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست-آذر۱۳۹۵

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	ط
فهرست اشکال	م
فهرست جداول	ن
فصل اول – کلیات	
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- ضرورت تحقیق	۹
۱-۳- اهداف تحقیق	۹
۱-۴- روش تحقیق	۱۰
فصل دوم – مروری بر مطالعات گذشته	
۲-۱-مروری بر تعارف خاک و عوامل خاکسازی	۱۲
۲-۱-۱-تعریف خاک	۱۲
۲-۱-۲-پیدایش و تکامل خاک	۱۳
۲-۲-تاریخچه و روند مطالعات شناسایی و رده بندی خاک	۱۸
۲-۲-۱-سابقه تحقیق در ایران	۲۲
۲-۲-۲-مطالعه، شناسایی و رده بندی خاکها و شبکه‌ی عصبی مصنوعی در سایر کشورها	۲۴
فصل سوم – مواد و روش ها	
۳-۱- موقعیت و وسعت	۳۰
۳-۲- زمین‌شناسی عمومی منطقه	۳۳
۳-۲-۱-رسوبات عهد حاضر	۳۴
۳-۳- اقلیم	۳۵
۳-۳-۱-باد	۳۵
۳-۳-۲- دما	۳۶
۳-۳-۳- تبخیر	۳۶
۳-۳-۴- بارندگی	۳۷
۳-۴- منابع آب	۳۷

۳-۴-۱- منابع آب سطحی ۳۸
۳-۵- گیاهان طبیعی منطقه ۳۸
۳-۶-شناسایی و رده بندی خاکها ۴۰
۳-۶-۱- زمین نمای منطقه (*Landscape*) ۴۱
۳-۶-۱-۱-فلات‌ها و تراس‌های فوقانی*(PlateauxandUpper Terraces)* ۴۱
۳-۶-۱-۲-دشتهای آبرفتی دامنه‌ای *(Piedmont Alluvial Plains)* ۴۱
۳-۶-۱-۳-دشتهای آبرفتی رودخانه‌ای *(River Alluvial Plains)* ۴۲
۳-۶-۱-۴-اراضی پست *(Low* Lands*)* ۴۲
۳-۶-۱-۵- اراضی بادرفتی و شنهای روان ۴۲
۳-۶-۲-رژیم حرارتی و رطوبتی خاک(SoilTemperature&*MoistureRegime*) ۴۳
۳-۶-۲-۱-رژیم حرارتی خاک (Soil Temperature Regime) ۴۴
۳-۶-۲-۲-رژیم رطوبتی خاک (Soil Moisture Regime) ۴۴
۳-۷-طبقه‌بندی استاندارد اراضی ۴۶
۳-۷-۱- شرح کلی کلاس‌ها و تحت کلاس‌ها ۴۷
۳-۷-۲- محدودیت‌های اراضی در منطقه ۴۹
۳-۸- کلاس ها و تحت کلاس های طبقه‌بندی اراضی در منطقه ۵۳
۳-۸-۱- طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری ثقلی ۵۴
۳-۹-تراوش‌پذیری خاک سطحی*(Infiltration Rate)* ۵۴
۳-۱۰-شوری و قلیائیت ۵۵
۳-۱۱-تجزیه‌های آزمایشگاهی ۵۷
۳-۱۲-پهنه بندی گچ ۵۸
۳-۱۲-۱- درونیابی با کریجینگ ۵۸
۳-۱۳-هوش مصنوعی ۵۹
۳-۱۳-۱- شبکه عصبی مصنوعی *(ANN)* ۵۹
۳-۱۳-۲- شبکه‌های عصبی بیولوژیکی ۶۰
۳-۱۳-۳- ساختار شبکه عصبی مصنوعی ۶۳
۳-۱۳-۳-۱- نرون مصنوعی ۶۳
۳-۱۳-۳-۲- لایه ۶۴
۳-۱۳-۳-۳- وزن ۶۵
۳-۱۳-۳-۴- حافظه ۶۵

۳-۱۳-۳-۴- توابع محرک ۶۵
۳-۱۳-۴- توانایی‌های شبکه عصبی ۶۷
۳-۱۳-۴-۱- قابلیت یادگیری ۶۷
۳-۱۱-۴-۲- قابلیت تعمیم‌دهی ۶۸
۳-۱۳-۴-۳- مقاوم بودن شبکه در مقابل خطا ۶۸
۳-۱۳-۵- آموزش شبکه‌های عصبی ۶۹
۳-۱۳-۶- الگوریتم‌های آموزش ۷۰
۳-۱۳-۶-۱-الگوریتم پس انتشار خطا ۷۱
۳-۱۳-۷- انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی ۷۱
۳-۱۳-۷-۱-شبکه‌های عصبی پرسپترون ۷۲
۳-۱۳-۷-۲-شبکه‌های پرسپترون چند لایه*(MLP)* ۷۴
۳-۱۳-۸-نحوه ارائه داده‌ها به شبکه ۷۵

فصل چهارم –نتایج و بحث

۴-۱- سری‌های خاک ۸۰
۴-۱-۱- سری خاک‌های شماره یک ۸۳
۴-۱-۲- سری خاک‌های شماره دو ۸۶
۴-۱-۳- سری خاک‌های شماره سه ۸۹
۴-۱-۴- سری خاک‌های شماره چهار ۹۲
۱-۱-۵- سری خاک‌های شماره پنج ۹۵
۴-۱-۶- سری خاک‌های شماره شش ۹۹
۴-۱-۷- سری خاک‌های شماره هفت ۱۰۱
۴-۱-۸- سری خاک‌های شماره هشت ۱۰۴
۴-۱-۹- سری خاک‌های شماره نه ۱۰۹
۴-۱-۱۰- سری خاک‌های شماره ده ۱۱۲
۴-۱-۱۱- سری خاک‌های شماره یازده ۱۱۵
۴-۱-۱۲- سری خاک‌های شماره دوازده ۱۱۸
۴-۱-۱۳- سری خاک‌های شماره سیزده ۱۲۱
۴-۱-۱۴-اراضی متفرقه ۱۲۴
۴-۲- کلاس و تحت کلاس‌های اراضی برای آبیاری ثقلی ۱۲۵
۴-۳- تراوش‌پذیری خاک سطحی (*Infiltration Rate*) ۱۳۵
۴-۴-شرح گروههای شوری و قلیائیت محدوده مطالعاتی ۱۳۶

۴-۵-پهنه بندی گچ ۱۳۹
۴-۶-شبکه عصبی مصنوعی ۱۴۹
۴-۶-۱ داده‌ها ورودی و خروجی در شبکه عصبی مصنوعی ۱۴۹
۴-۶-۲- اجرای شبکه‌ی پرسپترون (MLP)برای پیش بینی میزان گچ ۱۴۹
۴-۶-۳-آنالیز حساسیت بر روی پارامترهای ورودی به مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی ۱۵۳
فصل پنجم – نتیجه گیری و پیشنهادها
۵-۱-نتیجه گیری ۱۵۶
۵-۲-پیشنهادها ۱۵۷
منابع ۱۵۹

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل۲-۱: دقت تخمین دمای خاک شبکه عصبی نسبت به واقعیت ۲۷
شکل ۳-۱: موقعیت محدوده اراضی دشت ارایض در کشور، استان و طرح ۳۱
شکل ۳-۲: موقعیت محدوده طرح بر روی تصاویر ماهواره ای ۳۲
شکل ۳-۳: نمایش یک نرون زیستی ۶۰
شکل ۳-۴: شبکه عصبی زیستی و شبکه عصبی مصنوعی ۶۲
شکل ۳-۵: مدل ریاضی یک نرون مصنوعی ۶۳
شکل ۳-۶ : رفتار توابع محرک مختلف (راهنمای نرم افزار Qnet2000) ۶۷
شکل ۳-۷: شبکه پرسپترون چند لایه ۷۵
شکل ۴-۱: مساحت تحت کلاسهای طبقه بندی اراضی برای آبیاری ثقلی ۱۳۳
شکل ۴-۲: درصد تحت کلاسهای طبقه بندی اراضی برای آبیاری ثقلی ۱۳۳
شکل ۴-۳: طبقه اراضی برای آبیاری ثقلی ۱۳۴
شکل ۴-۴: نقشه شوری خاکهای دشت ارایض شوش ۱۳۸
شکل ۴-۵: پهنه بندی گچ در عمق ۵۰-۰ سانتیمتری از سطح زمین ۱۴۰
شکل ۴-۶: پهنه بندی گچ در عمق ۱۰۰-۵۰ سانتیمتری از سطح زمین ۱۴۱
شکل ۴-۷: پهنه بندی گچ در عمق ۱۵۰-۱۰۰ سانتیمتری از سطح زمین ۱۴۲
شکل ۴-۸: مقادیر RMSE لایه‌های پنهان متفاوت برای میزان گچ ۱۵۲
شکل ۴-۹: نمودار پراکنش داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی‌شده برای مرحله‌ی آموزش (مدل MLP) ۱۵۲
شکل ۴-۱۰: نمودار پراکنش داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی‌شده برای مرحله‌ی صحت یابی (مدل MLP) ۱۵۳
شکل۴-۱۱: آنالیز حساسیت سهم لایه‌های ورودی در تخمین میزان گچ ۱۵۴

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱: پارامترهای مختلف کیفیت آب رودخانه کرخه در ایستگاه پای‌پل ۳۹

جدول ۳-۲: استاندارد طبقه‌بندی خاک از نظر شوری بر اساس نشریه ۲۰۵ ۵۶

جدول ۳-۳: استاندارد طبقه‌بندی خاک از نظر قلیائیت بر اساس نشریه ۲۰۵ ۵۶

جدول۳-۴-تناظر بین شبکه عصبی زیستی و شبکه عصبی مصنوعی ۶۱

جدول ۴-۱: طبقه بندی و هماهنگی سریهای خاک ۸۲

جدول ۴-۲ : نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۷۲ (پروفیل شاهد سری ۱) ۸۶

جدول ۴-۳: نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۲۸۴ (پروفیل شاهد سری ۲) ۸۹

جدول۴-۴ : نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۱۱ (پروفیل شاهد سری ۳) ۹۲

جدول ۴-۵: نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره۱۳۱ (پروفیل شاهد سری ۴) ۹۵

جدول ۴-۶ : نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۱۱۰ (پروفیل شاهد سری ۵) ۹۸

جدول ۴-۷ : نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۵۰ (پروفیل شاهد سری ۶) ۱۰۱

جدول ۴-۸ : نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۱۲۶ (پروفیل شاهد سری ۷) ۱۰۴

جدول ۴-۹: نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۲۹۸ (پروفیل شاهد سری ۸) ۱۰۸

جدول ۴-۱۰: نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۲۳۳ (پروفیل شاهد سری ۹) ۱۱۲

جدول ۴-۱۱ : نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره۳۱۱ (پروفیل شاهد سری ۱۰) ۱۱۵

جدول ۴-۱۲ : نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۲۹ (پروفیل شاهد سری ۱۱) ۱۱۸

جدول ۴-۱۳ : نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۱۲۱ (پروفیل شاهد ۱۲۱

سری ۱۲)
جدول ۴-۱۴ : نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۳۲ (پروفیل شاهد سری ۱۳) ۱۲۴
جدول ۴-۱۵: مساحت و درصد کلاس و تحت کلاس آبیاری ثقلی ۱۳۲
جدول ۴-۱۶: خلاصه نتایج آزمایشات اندازه‌گیری نفوذپذیری سطحی خاک ۱۳۵
جدول ۴-۱۷: مساحت و درصد حالات مختلف شوری و قلیائیت ۱۳۷
جدول ۴-۱۸: نتایج حاصل از اجرای بهترین تابع شبکه MLP برای تخمین میزان گچ خاک ۱۵۱

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

اهمیت بهره‌برداری صحیح و اصولی از منابع محدود آب و خاک بر همگان روشن است. کنفرانس سازمان ملل در ژانویه ۱۹۹۲ در دوبلین نیز بر این مسئله تاکید کرده است که اگر منابع خاک و آب به نحو موثری مدیریت نشوند، جامعه بشری به مخاطره خواهد افتاد. همچنانکه شالوده های بحرانی به نام «بحران غذا» با افزایش جمعیت و کاهش بیش از اندازه منابع طبیعی در حال پایه ریزی است. کامیابی و هستی بشر نیز به غذای تولید شده از خاک بستگی دارد و تقریبا همه غذای مردم دنیا که از ۵/۳ بیلیون در سال ۱۹۹۰ به۸/۵ بیلیون در سال ۲۰۲۵ و ۱۰ بیلیون در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید بایستی از خاک تولید شود(بلک و بل،۱۹۹۴). در دهه های اخیر به دنبال رشد بی رویه جمعیت دنیا، استفاده بشر از منابع طبیعی خصوصا اراضی کشاورزی نه بر مبنای قابلیت و استعداد آنها، بلکه بر اساس نیازهای آنی و تکنولوژی عصر خود برنامه ریزی شده است که باعث وارد آمدن خسارات جدی به این منابع گردیده است. تنزل کیفیت و تخریب اراضی به طور عمده نتیجه استفاده نادرست و مدیریت نامطلوب از اراضی و یا به عبارتی "استفاده از اراضی به صورت نامتناسب با قابلیت و پتانسیل آنها" می باشد که باعث می‌گردد اراضی از منابعی ابدی و قابل تجدید به منابعی موقتی و آسیب پذیر تبدیل شوند. لذا جهت پیشگیری از تخریب بیشتر بایستی قابلیت و استعداد این منابع به خصوص اراضی کشاورزی برای استفاده های مورد نظر مطالعه گردد. به عنوان نقطه شروع هر کشوری می بایست فهرستی از منابع خاکی خود تهیه کند که دراغلب کشورها این اطلاعات به صورت نقشه های خاک، و یا اطلاعات استفاده از اراضی و یا امثال آن یافت می شوند. که برای بهره وری مناسب می بایست تمامی اطلاعات مورد نیاز گردآوری شوند. با بهره گیری از روشهای جدید مانند سنجش از دور و یا سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)می توان داده‌های مورد نیاز را جمع آوری و تبیین کرد تا تصویری مشخص از منابع خاکی هر کشور و در عین حال پتانسیل و محدودیت‌های آن رسم

گردد سپس در مناطقی که در آنها نحوه استفاده از اراضی باید تغییر یابند به آسانی قابل تشخیص خواهد بود.

براساس گزارش FAO با عنوان "کشاورزی به سوی ۲۰۱۰"، ۹۱ درصد کشورهای در حال توسعه به غیر از چین دارای مناطقی با استعداد بالقوه برای دیم به وسعت ۲۵۷۴ میلیون هکتار می باشند که این رقم در مقایسه با اراضی زیر کشت آبی که نزدیک ۷۵۷ میلیون هکتار می باشد. قابل ملاحظه است (فائو،۱۹۸۸). در مناطق خشک نیمه خشک مخصوصا ایران خاکها با مشکلات مختلف مواجه هستند که بایستی مورد مطالعه قرار گیرند تا با توجه به روند افزایش جمعیت ایران و جهت رفع نیاز غذایی مردم (با نرخ رشد مواد غذایی سالیانه ۳/۲ درصد) از آنها استفاده بهینه به عمل آید(بلک و بل، ۱۹۹۴) در ایران۳۲/۵ میلیون هکتار از اراضی در مناطق خشک و نیمه خشک با پتانسیل تولید وجود دارند که بلااستفاده باقی مانده‌اند (زینک، ۱۹۹۲).

توانمندی زمین در تولید مواد غذایی محدود است و هر گونه بهره‌برداری از زمین که مافوق توانمندی آن باشد باعث تخریب و کاهش باروری آن می گردد (فائو، ۱۹۷۹). مطالعات ارزیابی اراضی تعیین کننده عکس العمل زمین در قبال بهره وری خاص می باشد. به کمک ارزیابی رابطه زمین و نوع بهره وری از آن مشخص می شود و سپس براساس این روابط می توان به نوع استفاده مناسب از زمین پی برد و تخمینی از میزان نهاده های لازم و ستانده های حاصل را بدست آورد (زایس، ۱۹۸۵). بنابراین مطالعات خاک شناسی زمانی جنبه کاربردی خواهد داشت که پس از انجام یک پروژه خاک شناسی علاوه بر تعیین انواع خاکها، قادر باشیم بهترین الگوی کشت را ارائه و میزان تولید هر محصول را در اراضی مطالعاتی پیش بینی کنیم. بنابراین ضرورت دارد در اراضی کشاورزی توان خاک را در ارتباط با سایر منابع و نهاده ها تعیین و ضمن کسب حداکثر محصول و سودآوری، محیط و منابع اراضی را برای استفاده آیندگان نیز

حفظ نمائیم. چرا که در کشاورزی پایدار، علاوه بر تامین غذا و کسب درآمد، حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست از اصول اصلی محسوب می شود.

شناسایی خاک اولین گام برای پی بردن به خصوصیات خاک می‌باشد که از این طریق ویژگی‌ها و ارزش اراضی برای کاربریهای مختلف مشخص می شود در عمل بدون توجه به شناسایی خاک، دستیابی به این هدف کاری مشکل و شاید بتوان گفت غیرممکن می باشد. بنابراین توجه به شناسایی خاک به عنوان روشی برای تعیین الگوی پراکنش خاک توصیف و نمایش آن به شکل قابل فهم و تفسیر برای کاربران مختلف در این راستا ضروری است (اسفندیارپور و باقری ۱۳۸۵). براساس تعریف سازمان کشاورزی آمریکا(USDA،1993) شناسایی خاک عبارت است از تشریح و بیان خصوصیات خاک در یک منطقه خاص و طبقه بندی خاکها براساس یک سامانه طبقه بندی استاندارد، به گونه ای که حد و مرزهای خاک را مشخص و ترسیم نماید. در هر حال، هدف کلی از شناسایی خاک، فراهم آوری اطلاعات در مورد خاکهای مختلف سطح زمین می باشد (اوری،۱۹۸۷).

نقشه‌های خاکشناسی یکی از اصلی ترین منابع اطلاعات خاک در هر کشوری می باشند. این نقشه ها برای اهداف مختلف مانند کشاورزی پایدار، منابع طبیعی، محیط زیست، منابع آبی و دیگر تحقیقات مورد استفاده قرار می گیرند. بهره بردای بیشتر از این منابع حیاتی نیازمند مدیریت و برنامه ریزی بهینه برای استفاده از سرزمین می باشد. این نقشه ها برآورد مناسبی از ظرفیت تولید انواع محصولات زراعی رادر سراسر جهان ارایه می دهند(صالحی و خادمی،۱۳۸۷).

از آنجایی که خاک محیطی دینامیک و پویاست لذا به روز بودن مطالعات خاکشناسی و طبقه بندی آنها از اهمیت ویژهای برخوردار است. به طور کلی خاکهای گچی، خاکهایی هستند که حاوی مقدار قابل توجهی گچ (سولفات کلسیم آبدار) در افق ها باشند. خاکهای حاوی گچ پدوژنیک به طور کلی در نواحی با رژیم رطوبتی یوستیک، زریک و اریدیک یافت میشوند. این خاکها معمولا در مناطق با شیب کمتر از 8% وجود

دارند و حدود 4,2 کیلومتر مربع از خاکهای ایران گچی هستند. عوامل متعددی مانند حاصلخیزی کم، ظرفیت کم نگهداری آب، عمق کم خاک به دلیل وجود سخت لایه، سله های عمودی و شوری از جمله عوامل محدود کننده این خاکها به شمار میرود. همچنین شکل گیری گودالهای فرو نشست کرده در ارتباط با سیستمهای زهکشی، آبیاری و دیگر ساختمانها از دیگر خطرهای شمرده شده در این خاکها میباشند.

به طور کلی 4 منبع اصلی برای تجمع گچ درخاک ها پیشنهاد شده است:

۱. هوادیدگی در جای مواد مادری

۲. منبع اقیانوسی و حضور رسوبات غنی از سولفات

۳. افزوده شدن رسوبات بادی و یا آبی از رسوبات غنی از سولفات

۴. اکسیداسیون در جای کانی های سولفاته

شبکه های عصبی مصنوعی (ANNs) یک ساختار شبکه ای از تعدادی عناصر مرتبط به هم به نام نرون هستند که هر نرون دارای ورودی ها و خروجی هایی بوده و یک عمل نسبتا ساده و محلی را انجام می دهند. این شبکه ها پردازنده‌ای هستند که دانشی را که از طریق تجربه کسب نموده اند، برای استفاده های دیگر ذخیره می نمایند و ابزاری توانمند برای مدل کردن سیستم غیرخطی می باشند. بعضی از پیش زمینه های شبکه عصبی به اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم بر می‌گردد. در این دوره کارهای اساسی در فیزیک روانشناسی و نروفیزیولوژیکی صورت پذیرفت. این مدل ها به مدل های مشخص ریاضی عملکرد نرون ها اشاره نداشتند. در سال ۱۹۶۹ مدل MP شبکه های عصبی مصنوعی توسط مک کالوخ و پیت مطرح شد که یک مدل خطی ساده بود، سپس پرسپترون الگوریتم های یادگیری را ارائه نمود(منهاج ۱۳۸۱). سال ۱۹۶۹ آغاز افول موقت شبکه های عصبی شد، زیرا عدم توانایی شبکه های عصبی در حل مسائل غیر خطی آشکار شد. شبکه های عصبی مصنوعی آن زمان فقط قادر به حل مسائلی بودند که

می‌شد پاسخ های آن مسئله را توسط یک خط در محور مختصات از هم جدا کرد. در سال ۱۹۸۲ هاپفیلد با معرفی شبکه های چند لایه و الگوریتم های یادگیری دارای Feed back راه حلی برای حل موارد غیر خطی ارائه کرد. در این زمان بود که شبکه های بازگشتی، خود سازمانده، (Radial Basis Function) RBF،Autoregressive و... مطرح شد. از اواسط دهه نود، نسل سوم شبکه های عصبی مطرح شدند که مشخصات آن ها عبارت بودتد از:

- ✓ تعیین محدودیت های تئوری و عملی شبکه
- ✓ عمومیت و حدود آن
- ✓ شبکه های عصبی مصنوعی و الگوریتم های ژنتیکی و منطق فازی

و در نهایت استفاده عملی و پیاده سازی تجاری و سخت افزاری شبکه عصبی مصنوعی ممکن شده است.

با توجه به پیشرفت‌های بشر در فنّاوری و جایگزینی روش‌های مدرن و با سهولت بیشتر با روش‌های سنتی و بعضاً پردردسر و پرهزینه بحث اندازه‌گیری نیز از این قائله مستثنی نیست و باید پیشرفت‌های لازم در این بستر نیز صورت گیرد. با توجه به همین مسئله مطالعه ی حاضر هدف گذاری شده است . بحث اندازه‌گیری میزان گچ از مباحث پردردسر و پرهزینه‌ای است که باید برای آن چاره‌ای اندیشیده شود. مدل‌های هوشمندی که امروزه از آن‌ها در تمام علوم استفاده‌های وافر می‌شود بستری را فراهم آورده‌اند که می‌توان از آن‌ها برای کاهش هزینه‌ها و صرفه‌جویی در وقت استفاده کرد. شبکه‌های عصبی مصنوعی در زمینه‌های بسیاری، ازجمله سیستمهای هیدرولوژیکی (راجای ۲۰۱۱، الویسی و فرانچینی ۲۰۱۱، مای و سیواکومار ۲۰۰۹، ادلوی و همکاران ۲۰۱۱، کاوالکنت و همکاران ۲۰۱۳)، مسائل مربوط به آب‌های زیرزمینی (نیکولاس و همکاران ۲۰۰۸، چانگ و همکاران ۲۰۱۳)، تخمین آلودگی هوا (هئو و کیم) و ارزیابی کیفیت آب (سین و همکاران ۲۰۰۹) استفاده‌شده است. یکی از توانایی‌های مهم شبکه عصبی مصنوعی پی بردن به روابط پیچیده بدون دانش قبلی از سیستم می‌باشد. نوری و همکاران نشان دادند که

متغیرهای چندبعدی بی‌معنی یا متغیرهای پارازیتی ممکن است در مجموعه داده‌های موجود و مشاهده‌شده به‌صراحت نمایش داده نشوند. علاوه بر این مدل‌هایی نیز برای بهینه‌سازی عملکرد شبکه در یادگیری مسائل وجود دارند (کاپلا و همکاران ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷). روش‌های آموزش شامل: گرادیان مزدوج (تاوسی وهمکاران ۱۹۹۵)، الگوریتم ژنتیک (روگرس و همکاران ۱۹۹۵) و تکامل دیفرانسیل (تریچاکیس و همکاران ۲۰۰۹) در مسائل مختلف به کار گرفته‌شده‌اند. در سال‌های اخیر، بعضی روش‌های جدیدتر برای آنالیز زمین‌لرزه مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی (ارچانقلو ۲۰۰۵، امینی و همکاران ۲۰۰۵، لی و همکاران ۲۰۰۳،۲۰۰۴، نفس لی اوقلو و همکاران ۲۰۰۸، پارادهان و لی ۲۰۱۰، پارادهان و همکاران ۲۰۱۰) و مدل‌های عصبی فازی (کانگو و همکاران ۲۰۰۶، اوه و پاردهان ۲۰۱۱، پاردهان و همکاران ۲۰۱۰، سزار و همکاران ۲۰۱۱، وحیدنیا و همکاران ۲۰۱۰) مورد استفاده قرارگرفته‌اند. بر این اساس در مطالعه ی حاضر از این مدل‌ها در پیش‌بینی میزان گچ استفاده شده است. این مدل‌ها توانایی‌های وافری در این زمینه‌دارند و در سال‌های اخیر به ابزار مناسب برای این منظور تبدیل‌شده‌اند به‌گونه‌ای که مطالعات بسیاری در این زمینه انجام‌شده است. برای مثال روش‌های آموزش شبکه عصبی در حل مسائل مربوط به پیش‌بینی ویژگی‌های خاک مورد به شیوه‌های مختلف قابل‌اجرا هستند. انواع مختلفی از توابع فعال‌سازی در شبکه عصبی (خطی، حد دار، سیگموئیدی) وجود دارند. تابع سیگموئیدی رایج‌ترین فرم تابع فعال‌سازی، با توجه به توانایی در توصیف روابط غیرخطی در شبکه عصبی مصنوعی محسوب می‌گردد (تریچاکیس ۲۰۱۱، نایاک و همکاران ۲۰۰۶.). شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)، کلاسی از تکنیک‌های داده محور است که به‌عنوان یک ابزار جایگزین برای روش‌های سنتی در مدل‌سازی سیستمهای دینامیکی غیرخطی به کار گرفته می‌شوند. در این حالت مکانیسم‌های ورودی-خروجی ممکن است که دقیقاً قابل ارائه نباشند. به‌طورکلی روش‌های متعددی مانند رگرسیون و شبکه‌های عصبی مصنوعی برای توسعه روش‌های پیش‌بینی مورداستفاده قرار می‌گیرند. روش‌های رگرسیونی خطی چندگانه مختلفی طی ۲۰ سال گذشته

برای پیش‌بینی جذب فلزات در خاک گسترش‌یافته‌اند، (اندرسن و کریستنسن ۱۹۹۸، الزینگا و همکاران ۱۹۹۹، رندز و همکاران ۱۹۹۵ ,رومکئوس و سالومونس ۱۹۹۸، استرک و ریچتر ۱۹۹۷، تیک تاک و همکاران ۱۹۸۷) به کمک روش‌های مذکور (MLR) رابطه بین ورودی‌های خاک (خصوصیات) و خصوصیات خروجی خاک تعیین شده و با پیش‌بینی در مدل رگرسیونی جواب حاصل می‌گردد. یک روش جایگزین برای MLR استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی هست که در آن به تعریف شدن روابط نیازی نیست (انگئو و همکاران ۲۰۰۹، بهرنس و همکاران ۲۰۰۹، بوسزوسکی وکووالکوسکی ۲۰۰۹، گندهیمتی ومینامبال ۲۰۱۲، هامبلی ۲۰۰۹، هامبلی و همکاران ۲۰۰۶، مک بارتنی و همکاران ۲۰۰۳، میناسنی و همکاران ۲۰۰۴، سرمدیان وتقی زاده مهرجردی ۲۰۰۸، اسچاپ و لجی ۱۹۹۸) در مقالات مختلف گزارش‌شده است که شبکه‌های عصبی مصنوعی عملکرد پیش‌بینی بهتری در مقایسه با روش‌های مرسوم ریاضی ازجمله مدل‌های MLR ارائه می‌دهند (الزینگا و همکاران ۱۹۹۹ رامکنس و سالومنس ۱۹۹۸، سرمدیان وتقی زاده مهرجردی ۲۰۰۸، اسچاپ و لجی ۱۹۹۸، استرک و ریچتر ۱۹۹۷، تیک تاک وهمکاران ۱۹۹۸). در بسیاری از موارد در مدل رگرسیون، روابط ورودی-خروجی در مهندسی خاک بسیار پیچیده می‌باشند و به‌خوبی درک نمی‌شوند. عدم درک فیزیکی فقدان یک ابزار قدرتمند برای مدل‌سازی ریاضی، منجر به ساده‌سازی مسائل می‌شود. درنتیجه، بسیاری از مدل‌های ریاضی، موفق به شبیه‌سازی رفتار پیچیده‌ترین مشکلات مهندسی خاک نمی‌شوند. حال‌آنکه این اندازه‌گیری‌ها نسبت به روش‌های سنتی و معمول بسیار راحت و کم‌هزینه‌تر است و مستلزم وجود دامنه‌ای از داده‌ها در زمینه‌ی موردنظر است. با توجه به کاربرد و توانایی زیاد این مدل‌ها باید در این زمینه فعالیت‌ها و مطالعات گسترده‌تری انجام گیرد چراکه پیشرفت‌های بعدی وابسته به تلاش‌ها و مطالعات کنونی است.

۱-۲- ضرورت تحقیق

رده بندی خاک قدمتی برابر با قدمت کشاورزی است استقرار اولین جوامع کشاورزی در حدود۸۰۰۰ سال قبل از میلاد در اروپا برروی اراضی حاصلخیز لسی نشان می دهد که در طول این زمانها کشاورزان معمولا قادر بودند که خاکهای با بهره وری کم و زیاد را تشخیص دهند. قدیمیترین تاریخچه رده بندی خاک در کتابهای چینی یوگانگ ثبت شده است، به طوری که خاکهای اراضی چین براساس رنگ، بافت، عوارض هیدرولوژیک رده بندی شده است. در پژوهش حاضر، رده بندی خاکهای دشت ارایض خوزستان مورد بررسی قرار گرفته است تا در نهایت بتوان یک راهنمای همگن برای سیستم رده بندی خاکها تهیه و آنها را نامگذاری کرد و نقشه شوری و پهنه بندی گچ (در سه عمق) برای منطقه مورد نظر تهیه کرد. و میزان گچ را با استفاده از پارامترهای مؤثر بدست آورد.

۱-۳-اهداف

اهداف کلی این تحقیق را می توان در موارد زیر خلاصه نمود :

- رده‌بندی خاکهای دشت ارایض
- تاثیر بافت خاک و شوری و گچ در طراحی سیستمهای زهکشی
- محاسبه شوری و قلیائیت و تهیه نقشه شوری و بررسی آنها
- پهنه بندی گچ و سایر خصوصیات شیمیایی و بررسی آنها
- برآورد میران گچ با استفاده از شبکه عصبی
- نتایج حاصل از مطالعات در طرح و ساخت شبکه های زهکشی زیرزمینی، مدیریت خاکهای گچی و عدم تسطیح در اراضی و کنترل شوری موثر می باشد و می تواند نقشه راه برای مشاوران و پیمانکاران در جهت طراحی بهینه درشبکه آبیاری و زهکشی با محدودیت گچ باشد.

۱-۴- روش تحقیق

طبقه‌بندی خاک‌ها بر اساس مطالعات، رژیم حرارتی و رطوبتی خاک‌ها، نتایج آزمایشگاهی و رده‌بندی جامع خاک (U.S.D.A.Soil Taxonomy 1999) و کلید جدید آن (Key to Soil Taxonomy 2010) و روش بین‌المللی WRB (World Refrence Base of Soil Resources 2006) می باشد .

فصل دوم

مروری بر مطالعات گذشته

۲-۱-مروری بر تعارف خاک و عوامل خاکسازی

۲-۱-۱-تعریف خاک

خاک در علوم مختلف تعاریف متفاوتی دارد، در علم کشاورزی نیز تعاریف متفاوتی از دیدگاههای مختلف برای خاک ارائه شده است. در یکی از این تعاریف (دیدگاه کاربرد زراعی خاک)، خاک به مواد خردشده در قشر خارجی پوسته زمین گفته می شود که قادر به حمایت و رشد گیاه باشد. از دیدگاه رده بندی و پدولوژی، خاک، به قشر خارجی پوسته زمین گفته می‌شود که در اثر فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی دستخوش تغییر قرار می‌گیرد و این تغییر را با لایه ها (افق های) مختلفی نشان می‌دهند در این تعریف به حمایت از رشد و نمو گیاه به طور مستقیم اشاره‌ای نشده است(صالحی و خادمی، ۱۳۸۷).

به طور کلی خاک مجموعه فعالی می‌باشد که در حد فاصل جو، آب و قشر جامد زمین تشکیل شده است که از اثر مشترک آب و هوا، گیاهان و جانوران بر سنگ پدید می آید و پس از تکامل تدریجی به حد تعادل می رسد. از طرف دیگر نیز خاک را می توان یک ماده طبیعی شامل لایه های تشکیل دهنده معدنی و یا آلی با ضخامت های متفاوت تصور نمود که از نظر خصوصیات مرفولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی، مینرالوژی و بیولوژیکی با مواد مادری خود تفاوت دارد(جعفری و سرمدیان،۱۳۸۲).

براساس دیدگاه ایک و همکاران(۱۹۶۹)، خاک یک توده طبیعی متشکل از مواد ناپیوسته است که بر اثر فرایندهای خاکسازی ایجاد شده است. این تعریف رسوبات تازه و مواد زمین شناختی هوازده ای را که دستخوش فرآیندهای خاکسازی و تحولات پدوژنیکی نشده اند شامل نمی‌شود(اسفندیارپور و باقری، ۱۳۸۲). سنگها در اثر تخریب و فساد به خاک و خاکها طی قرون متوالی به سنگ تبدیل می شوند. به بیان دیگر می توان گفت که خاک مجموعه ای پیچیده است که از اثر متقابل اتمسفر، هیدروسفر و بیوسفر تشکیل می شود(جعفری و سرمدیان،۱۳۸۲).

خاک پدیده طبیعی و پیچیده است که در میان یک سنگ کره، اتمسفر و زمین کره وجود دارد. خصوصیات خاک از یک مکان به مکان دیگر متغیر است اما این تغیرات تصادفی نیست. تفاوت در ساختار خاک ممکن است به علت تفاوت در مواد مادری، موقعیت توپوگرافی، درجه شیب، توزیع مجدد رطوبت، سن مرتبط با وضعیت زمین و ... باشد(بیرکلند،۱۹۹۹).

۲-۱-۲-پیدایش و تکامل خاک

در پیدایش و تشکیل خاکها فاکتورهای مختلفی موثر می باشند. برای اولین بار دوکوچایف (Dokuchaiev) روسی تشکیل خاک را نتیجه تاثیر عواملی نظیر آب و هوا (Climate) و موجودات زنده(organisms) بر روی مواد مادری (Parent Materials) در طول زمان (Time) تعریف کرده است . به عبارت دیگر خاک از تاثیر توأم اتمسفر ، هیدروسفر و بیوسفر روی لیتوسفر بوجود می آید. نهایتا" در سال ۱۹۴۱میلادی آقای ینی (Jenny1941) خاک را با توجه به عوامل مطرح شده توسط دوکوچایف همراه با تاثیر فاکتور توپوگرافی یا پستی و بلندی تعریف کرده است.

رابطه ینی : $S=f(Cl,O,P,R,T)$

تاثیر این عوامل پنجگانه در خاکسازی به اختصار به شرح زیر است:

الف- مواد مادری :

حالت اولیه خاک را سنگ یا مواد مادری مینامند که در مراحل اولیه تشکیل خاک تاثیر زیادی داشته و از سایر عوامل خاکسازی مهمتر میباشد ولی با مرور زمان از اهمیت آن کاسته می گردد .

نوع عناصری که در فعل و انفعالات خاکسازی از سنگ مادر ایجاد میشود اهمیت زیادی دارد و بعنوان مثال سیلیسیم و آلومینیوم از اجزاء مهم کانیهای رسی بشمار می‌رود . آهن و منگنز در رنگ خاک مؤثر بوده و سدیم سبب انتشار ذرات رس و هوموس و کلوئیدها گردیده و بالعکس کلسیم ،کلوئیدها و رسها را به صورت منعقد درآورده و به پایداری خاک کمک می کند .

سنگهای آذرین اسیدی ، خاک هایی با شرایط فیزیکی مناسب و سنگهای آذرین قلیائی خاکهای سرشار از مواد غذایی را بوجود میآورد و از طرفی نفوذپذیری سنگ مادر در پیدایش انواع خاکها کاملا"مؤثر می باشد .

سنگهای مادری منطقه تحت تاثیر عوامل اقلیمی هوا دیدگی پیدا کرده و تجزیه و تخریب شده و به وسیله آب و نیروی ثقل منتقل و تحت اثر عوامل مکانیکی ، شیمیائی و بیولوژیکی قرار گرفته و خاکهای منطقه را بوجود آورده است که این خاکها یا تدریجا"تشکیل شده و یا منتقل و به تدریج بر جای گذاشته شده که نتیجه آن تشکیل خاکهای مختلف می باشد .

خاکهای واقع شده برروی این تشکیلات دارای بافتهای سطحی وتحت الارض سنگین تاخیلی سنگین وندرتا" متوسط همراه با افقهای کمبیک- کلسیک و جیپسیک میباشد.

ب-آب و هوا :

اقلیم از عوامل عمدۀ تخریب شیمیائی و فاکتور اصلی حاکم بر نوع و درجه تشکیل خاک میباشد. از طرفی این عامل تعیین کننده گونه و توزیع پوشش گیاهی و نوع پروسه های ژئومورفولوژیکی نیز میباشد و بنابراین اساس طبقه بندی بسیاری از پدیده های طبیعت از جمله خاک است. برخی معتقدند که تفاوت خصوصیات خاک در درجه اول تحت تاثیر اقلیم منطقه که بیانگر حالتهای اتمسفری موجود در آن می باشد وهمچنین مواد مادری بوده و سپس پوشش گیاهی و پستی و بلندی و میکرو ارگانیسم ها طی زمان آن را تعدیل می کند .

عمده ترین عوامل اقلیمی مؤثر در پیدایش و تکامل خاکها ، بارندگی و درجه حرارت است . بارندگی بر پوشش گیاهی و تولید مواد آلی و هوادیدگی کانیها مؤثر بوده ولی نقش عمدۀ آن در انتقال و جابجائی مواد خاک است . هرچه میزان بارندگی بیشتر باشد شستشوی املاح در خاک زیادتر و درنتیجه عمق افق

کربناته افزایش می یابدو یا کلا از سولوم خاک خارج می گردد و درجه اشباع بازی آن کمتر و واکنش اسیدی تر میشود .

تاثیر درجه حرارت عمدتا" در انجام یا وقفه واکنش های شیمیائی نمود پیدا می کند بطوری که هرچه درجه حرارت اضافه شود سرعت فعل و انفعالات شیمیائی نیز افزایش می یابد . تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان می دهد تقریبا" در دمای زیر صفر هیچگونه واکنش شیمیائی صورت نمی گیرد . در رطوبت ثابت ، مقدار ازت و مواد آلی خاک با افزایش درجه حرارت کاهش می یابد .

باتوجه به آمارهواشناسی ورژیمهای حرارتی ورطوبتی منطقه خاکهای محدوده مطالعاتی دارای تکامل پروفیلی بوده بطوریکه افقهای کلسیک - کمبیک - جیپسیک درآنها قابل مشاهده میباشد .

ج- پستی و بلندی :

پستی و بلندی نیز از عوامل مهم در تشکیل خاکهای مختلف است . توپوگرافی به عوارض سطحی زمین اتلاق می‌گردد. این فاکتور اساساً و به طور عمده، در کنش متقابل با رطوبت و حرارت (اقلیم) بر تشکیل و تحول خاک‌ها تأثیر می‌گذارد. خاک‌هایی که در مناطق اقلیمی مشابه از مواد مادری یکسان، بر روی شیب‌های زیاد تشکیل می‌گردند، معمولاً واجد افق‌های A و B باریک‌تر هستند. زیرا شیب زیاد از طریق تولید رواناب سطحی بیشتر، سبب افزایش فرسایش خاک شده و سهم آب نفوذ یافته به داخل نیمرخ خاک کاهش می‌یابد. این مسئله موجب کاهش جابجایی کلوئیدها، املاح و مواد آلی و در نتیجه کاهش تکامل خاک می‌گردد. در شرایط اقلیمی مشابه و با شیب‌های ملایم، مواد مادری می‌تواند سبب تشکیل خاک‌های عمیق‌تر با مواد آلی و تکامل پروفیلی بیشتر و پوشش گیاهی انبوه‌تر گردد.

اراضی پستی که توسط ارتفاعات اطراف احاطه شده‌اند، رواناب سطحی این ارتفاعات را دریافت می‌کنند. این شرایط می‌تواند منجر به ایجاد شرایط ماندابی در اراضی پست گردد. در صورتی که بخش فوقانی خاک این اراضی برای ماه‌های زیادی از سال مرطوب باشد، فرآیند خاکسازی منجر به تشکیل خاک‌های آلی

خواهد گردید. از سوی دیگر اگر آب تجمع یافته، حاوی مقادیر زیاد نمک حمل شده از مناطق بالادست باشد، این اراضی ممکن است تبدیل به مانداب‌ها یا باتلاق‌هایی با ترکیب یکنواخت از پوشش گیاهان شورپسند گردیده و در صورت تجمع نمک در حد سمی برای رشد گیاهان، می‌تواند فاقد پوشش گیاهی باشد. جهت شیب اراضی و ساعات تابش نور آفتاب یا سایه‌دار بودن اراضی که شرایط حرارتی گرم‌تر یا سردتر خاک را موجب می‌گردد می‌تواند با تأثیری که بر نگهداشت، تبخیر رطوبت و فعالیت موجودات زنده و پوشش گیاهی می‌گذارد، از عوامل مؤثر در تنوع خاک‌ها و ایجاد لایه‌های مختلف در تجمع و تمرکز بعضی ترکیبات و املاح شدیدا" به پستی و بلندی ارتباط پیدا می کند . اراضی گود محل تجمع املاحی است که در اثر جاری شدن سیل و تبخیر برجا مانده است . بطورکلی توپوگرافی بر بسیاری از ویژگیهای خاک از جمله خواص فیزیکی و شیمیائی و بیولوژیکی و رژیم رطوبتی ، ضخامت سولوم ، مقدار املاح محلول، نوع و درجه تکامل سخت لایه ها و درجه حرارت خاک و غیره تاثیر چشمگیری دارد . وجود خاک هائی با بافت درشت و سنگریزه دار در دامنه ها و شیب های تندتر و خاک هائی با بافت سنگین تر در اراضی پست به موقعیت و پستی و بلندی اراضی منطقه مربوط میشود.

باتوجه به فیزیوگرافی منطقه خاکهای محدوده مطالعاتی نیز از این قاعده مستثنی نبوده و تحت تاثیر عامل توپوگرافی قرار گرفته است بطوریکه باتغییرارتفاع وشیب اراضی خاکهایی بابافت متوسط سنگریزه داروباساختمان ضعیف تااراضی بابافت سنگین تاخیلی سنگین بدون سنگریزه وباساختمان متوسط تاقوی تشکیل یافته است .

د- موجودات زنده و پوشش گیاهی :

موجودات زنده اعم از گیاهی و جانوری بعنوان یک عامل مهم در خاکسازی تلقی می شود و حتی خود انسان یکی از عوامل خاکسازی بوده که می تواند سایر فاکتورهای خاکسازی را تحت تأثیر قرار دهد. خاک

و پوشش گیاهی بر یکدیگر اثرات متقابل دارند بطوری که خاک نوع و تراکم پوشش گیاهی را تعیین می کند و بر عکس پوشش گیاهی نوع و خصوصیات خاک را می تواند تغییر دهد .

بقایای موجودات زنده مقادیر قابل توجهی مواد آلی و معدنی به خاک می افزایند که باعث ازدیاد فعالیت سایر موجودات زنده گردیده و نیز خاک را تغییر داده و هوادیدگی و متلاشی شدن کانیها را تسریع می نماید . باقیمانده های گیاهی در سطح خاک توسط موجودات دیگری از قبیل باکتری ها ، حشرات ، کرمها و غیره تجزیه گردیده و مواد آلی و معدنی نظیر کلسیم ، منیزیم ، آهن ، فسفر و گوگرد به خاک اضافه میگردد و باکتریها با تبدیل مواد آلی به هوموس و تولید گاز کربنیک به انحلال کربناتها و تخریب سنگها کمک می نمایند . از دیگر موجودات می توان قارچها ، جلبکها ، نماتدها ، کرمها ، جانوران و انسان را نام برد که در تشکیل خاک مؤثر هستند .

در محدودهٔ مورد مطالعه پوشش گیاهی نسبتا" متراکم بوده و در نتیجه بر روی مقدار مواد آلی خاک ، هوا دیدگی اولیه سنگ مادر و فرایندهای خاکسازی تاثیر مناسب گذاشته است . اراضی عمدتا" دارای فعالیت بیولوژیکی متوسط بوده و همین فعالیت آنها در جابجائی و معدنی شدن مواد و سایر ترکیبات آلی تاثیر داشته است .

هذ- زمان :

طول زمان لازم برای تشکیل لایه‌های مشخص و متمایز مرسوم به افق‌های ژنتیکی خاک، بستگی زیادی به روابط متقابل فاکتورهای اقلیمی، طبیعت مواد مادری، توپوگرافی و موجودات زنده دارد. به عبارت دیگر سرعت تشکیل و تکامل خاک‌ها ارتباط مستقیم با شدت عمل فاکتورهای اقلیمی و فعالیت موجودات زنده داشته و متأثر از شیب اراضی (توپوگرافی) و نوع مواد مادری می‌باشد.

اشکال مختلف اراضی در سطح زمین دارای طول عمر متفاوت می‌باشند که می‌تواند از صدها هزار سال (دشت‌های مرتفع و یخرفت‌ها) تا نهشته‌های عهد حاضر (دشت‌های سیلابی و کف دره‌ها) متفاوت باشد.

بنابراین با در نظر گرفتن سایر عوامل خاکسازی (صرف نظر از شدت و ضعف این فاکتورها)، مدت زمانی که مواد مادری در معرض سایر عوامل خاکسازی قرار می‌گیرند، نیز در تشکیل شکل زمین (LandForm) ها تأثیر بسزایی دارد.

بطور کلی هوا دیدگی سنگها و تشکیل خاکها تدریجی و کند است و لذا عامل زمان در هوادیدگی سنگها و تکامل مواد حاصله اهمیت بسیار زیادی دارد . مواد حاصل از هوا دیدگی ، در مراحل زمانی مختلف متفاوت است . بعنوان مثال ممکن است در مراحل اولیه عناصر قلیایی و قلیائی خاک وجود داشته باشد که به تدریج با گذشت زمان این مواد در اثر شستشو (Leaching) از خاک خارج و در مراحل بعدی ، مواد جدیدی حاصل گردد . در محدوده مطالعاتی خاکها در مراحل ابتدایی تحول بوده وبه همین جهتاز نظر تکاملی(رده اینسپتی سولها) در حد واسط قرار گرفته اند.

۲-۲-تاریخچه و روند مطالعات شناسایی و رده بندی خاک

بی‌شک، مفهوم علمی و نوین خاک در علوم کشاورزی، مرهون تلاش‌های دانشمندان بزرگ روسی هم‌چون داکوچایف (۱۸۹۸) می‌باشد. تا قبل از کشف بزرگ داکوچایف، هیچ‌گونه مفهومی از چگونگی تشکیل خاک در دست نبود. او نخستین دانشمندی بود که نقش عوامل خاک‌سازی را در تشکیل خاک مورد توجه قرار داد و اظهار نمود که خاک، عبارت است از مجموعه‌ای از پیکره‌های طبیعی که دارای افق‌های مختلف و خصوصیات مورفولوژیک گوناگون می‌باشد. داکوچایف پیدایش این افق‌ها را نتیجه فعالیت مشترک عواملی مانند مواد مادری، موجودات زنده و زمان می‌دانست و در گوشه‌ای نیز اهمیت پستی و بلندی در تشکیل خاک را مورد اشاره خویش قرار داد. وی عوامل بالا را فاکتورهای وابسته نام نهاد. این دانشمند معتقد بود که تغییر در هر یک از عوامل خاک‌ساز می‌تواند باعث شود تا ماهیت خاک تغییرکند، ولی هر یک از این عوامل به تنهایی تأثیر خاص داشته و با سایر عوامل نیز ارتباط دارد و در نهایت، می‌تواند باعث ایجاد تنوع در خاک‌ها شود ینی (۱۹۴۱).

هیلگارد (۱۸۹۲) دانشمند زمین‌شناس و خاکشناس آمریکایی، ضمن ابراز نظریاتی در مورد وابستگی خاک و اقلیم، به عوامل خاک‌ساز نیز اشاره نمود، اما فرمولی برای بیان نحوه تأثیر این عوامل ارائه نکرد. پس از هیلگارد، کوفی (۱۹۱۲) سیستم طبقه‌بندی خاک را بر پایه اصول پیدایش خاک داکوچایف وگلینکا برای ایالت‌های متحده بنیان نهاد. او خاک را جسمی طبیعی و دارای خصوصیات، ژنز و ماهیت خاص خود می‌دانست که جایگاه مستقلی را در سطوح مختلف زمین اشغال می‌نماید. سیمونسون (۱۹۵۹) بیان کرد که تشکیل و تمایز افق‌ها در خاک، متأثر از وقوع چهار تغییر به صورت افزایش، خروج، جابه‌جایی و تغییر شکل است. در حین تشکیل و تمایز افق‌ها در خاک، تغییرات یادشده از راه فرآیندهای ساده‌ای مانند انحلال، آب‌گیری، اکسایش، آبشویی، رسوب و غیره اعمال می‌شوند. این فرآیندهای ساده در همه خاک‌ها، ولی با سرعت‌های مختلف انجام می‌شوند و به نوبه خود، به‌وسیله عوامل تشکیل‌دهنده خاک، مهار و کنترل می‌گردند. در واقع، عوامل تشکیل‌دهنده خاک با تأثیر بر این تغییرات و فرآیندهای بسیار متنوع، در تشکیل و تکامل خاک دخالت دارند. اسمیت (۱۹۷۵) درآغاز دهه ۱۹۷۰ به این باور رسید که پیدایش خاک برای رده‌بندی، بسیار مهم است، اما عامل پیدایش به خودی خود نمی‌تواند به عنوان پایه‌ای برای طبقه‌بندی خاک باشد.

اولین طبقه بندی خاکها در حدود چهار تا پنج هزار سال قبل در چین انجام می گرفته که خاکها را براساس استعداد تولیدی آنها به ۹ دسته تقسیم می کردندو به هر یک از طبقات مالیات معینی تعلق می گرفت (بایبوردی ۱۳۷۲).

طبقه بندی تکنیکی خاک از اواسط قرن نوزدهم میلادی در دشتهای مسکو آغاز گردید که اساس و بنیان علم پدولوژی را تشکیل می دهد. دوکوچائف روسی پدر علم خاک شناسی نیز در اواخر قرن نوزدهم میلادی از طرف دولت تزرای ماموریت یافت که اراضی شوروی را بر حسب استعداد زراعتی آنها جهت تسهیل امور مالیاتی طبقه بندی کند و همین ماموریت بود که پایه علم خاک شناسی را برروی اصول

منطقی بنیان گذارد (بایبوری ۱۳۷۲). سی بیرسف اصل منطقه ای بودن را وارد علم خاک شناسی کرد و کلینکا در کتاب خود به معرفی مفاهیم جدید خاکهای روسیه و طبقه بندی خاک ونامهای اصلی تیپ خاک یعنی چرنوزوم، پادزول و سولونتز در جهان غرب پرداخت. (بایبوردی ۱۳۷۲ و حق نیا ۱۳۷۵) در آمریکا نیز ادموند رافین در سال ۱۸۳۲ اولین کسی بود که به مطالعه خاکها پرداخت و ضرورت یک برنامه طبقه بندی خاک را در آمریکا یادآور شد (متقی ۱۳۷۷و حق نیا ۱۳۷۵). هیلگارد نیز به رابطه بین پروفیل خاک از یک سو و پوشش گیاهی و اقلیم از سوی دیگر اشاره کرده است (حق نیا ۱۱۳۷۵) برای اولین بار در سال ۱۸۹۶ مطالعات خاک شناسی در امریکا حالت مصوب یافت (متقی ۱۳۷۷). میلتن و لیتنی اولین سیستم طبقه بندی خاک را برای شناسایی خاک بوجود آورند که اساساً در رابطه با نواحی فیزیوگرافی و بافت خاک انجام می شود (حق نیا ۱۳۷۱). ماربوت (۱۹۳۶) که به بنیانگذارعلم پدولوژی درآمریکا شهرت یافته است دو عامل تشکیل دهنده خاک یعنی اقلیم و پوشش گیاهی را معرفی کرد و سیستمی را برای طبقه بندی ارائه کرد که شامل دو طبقه بندی کلی پدوکال (pedocal) و پدالفر (pedalfer) بود(حق نیا ۱۳۷۵). به دلیل عدم ثبات و تجربی بودن تئوری ها ماربوت شدیداً معتقد بود که طبقه بندی خاکها باید بر مبنای مورفولوژی انجام گیرد. در سال ۱۹۳۸ با تکوین مفاهیم خاک و بدست آمدن اطلاعات تازه سیستم طبقه بندی ماربوت توسط بلدوین و همکاران مورد تجدید نظر و اصلاح قرار گرفت و سیستم معروف طبقه بندی آنها در کتاب وزارت کشاورزی آمریکا به چاپ رسید (حق نیا ۱۳۷۵) در حالی که اینگونه طبقه بندی ها اکثرا حالت کیفی داشتند، ینی در سال ۱۹۴۱ اصول پایه ای علوم خاک را به صورت یک سیستم کمی تحت عنوان (عوامل خاکزایی) به گونه‌ای مختصر ارائه داد (متقی ۱۳۷۷) . اصلاحاتی توسط تورپ و اسمیت (۱۹۴۹)وریکن و اسمیت (۱۹۴۹) در سیستم کتاب کشاورزی آمریکا انجام گردید. (حق نیا ۱۳۷۵) . سرانجام تلاشهای ۱۵ ساله گای دی اسمیت در سال ۱۹۶۵ منجر به تدوین سیستم جدیدی گردید که تحت عنوان طبقه بندی جامع خاک (Soil Taxonomy)در سال

۱۹۷۵ انتشاریافت (Soil Survey Staff 1975) که هردو سال یکبار بعداز بازبینی واصلاحات به فرم کلیدی و مختصر شده منتشر میشود و اخیرا نیز چاپ دوم کتاب در سال ۱۹۹۹ مجددا منتشر گردیده است.

البته بعضی از کشورها دارای سیستم های دیگری برای طبقه بندی خاکها هستند که از جمله آنها می توان به سیستم های خاک در شوروی، فرانسه، آلمان ، استرالیا و ... اشاره کرد که به مرور زمان تکوین و تکامل یافته اند. اما دراین بین سیستم جامع طبقه بندی خاک آمریکا که خاکها را در ۱۲ رده مختلف قرار می‌دهد در ایران نیز به صورت گسترده مورد استفاده قرار می گیرد.

سیستمی نیز توسط UNESCOFAO, برای شناسایی و رده بندی خاکها از سال ۱۹۶۱ آغاز گردید که پس از موافقت در مورد طرح و اصول آن در طی سالهای ۱۹۷۱ تا ۱۹۸۸ جمعا ۱۹ شیت از نقشه خاکهای دنیا، پس از جمع آوری و هماهنگی خاکها، ترسیم گردید. این پروژه باعث گردید تا کمبودهای اطلاعات خاک شناسی تکمیل و مقدمه ای برای طراحی برنامه های اقتصادی و کشاورزی دنیا پایه ریزی گردد . در این سیستم خاکها در ۲۸ گروه اصلی و ۱۵۶ زیر گروه قرار میگرفتند.

در سال ۱۹۸۸ سیستم FAO، اساس سیستم WRB قرار گرفت. در این سیستم خاکها در ۳۰ گروه مرجع و بیش از ۲۰۰ زیر گروه قرار می گیرند.

به هرحال باتوجه به افزایش روزافزون اطلاعات امید است که باذخیره وافزایش واصلاح اطلاعات خاکهای دنیابه همراه استفاده ازروشهایی نظیر GIS بتوان در هر زمان اطلاعات صحیح و دقیقی از نوع و گسترش خاکهای دنیا بدست آورد.

۲-۲-۱-سابقه تحقیق در ایران

انجام مطالعات خاکشناسی بمنظور تعیین خصوصیات خاکها و طبقه بندی اراضی و ارائه روش بهره‌وری بمنظور بالابردن کشت و بازده محصول درواحد سطح می باشد، دراین تحقیقات خاکها با توجه به خصوصیات ظاهری از قبیل شیب و پستی بلندی و فرسایش و مشخصات فیزیکی و شیمیائی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و براساس روش‌های F.A.O/Unesco و Soil taxonomy و همچنین طبقه بندی اراضی ایران طبقه بندی گردیده و درنتیجه نقشه های خاک و طبقه بندی اراضی، شوری و قلیائیت و قابلیت آبیاری تهیه ودراختیار مجریان برنامه های تحقیقاتی کشاورزی و عمرانی قرار می گیرد.

مطالعات خاکشناسی در ایران از سال ۱۳۳۲ هجری شمسی در اراضی پایاب سدها آغاز گردیده است و نقشه های خاک با مقیاس متفاوت در برخی مناطق کشور تهیه شده است(صالحی و خادمی،۱۳۸۷). از اوایل دهه هشتاد به بعد مناطق وسیعی از کشور (به طور عمده اراضی مستعد کشاورزی) توسط موسسه تحقیقات آب و خاک کشور و بر اساس روش ماهلر (۱۹۷۰) مورد مطالعه قرار گرفت. هرچند این روش به منظور طبقه بندی اراضی برای کشتهای آبی بنیانگذاری گردیده است، لیکن با توجه به اصول موجود در آن و جداسازی واحدهای فیزیوگرافی، نقشه های خاک بسیاری از مناطق کشور تهیه شده است.

برای تعیین قابلیت اراضی و نیز طبقه‌بندی خاکهای خوزستان، مطالعات خاکشناسی اجمالی اراضی موسسه تحقیقات خاک و آب در سال۱۳۷۱ شمالشرقی شادگان به مساحت یکصد و پنجاه هزار هکتار (۱۵۰ هزار) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت . دراین مطالعات با استفاده از سیستمهای مختلف طبقه‌بندی خاک، خاکها مورد بررسی قرار گرفته و به سه روش امریکائی- فائو-ایرانی طبقه‌بندی میشوند. و براساس راهنمای طبقه‌بندی اراضی، کلاس اراضی مورد نظر تعیین خواهد گردید. حاصل کار بصورت نشریه‌ای همراه با نقشه‌های خاک و طبقه‌بندی اراضی منتشر گردید.

کنعانی و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی با عنوان تخمین مقادیر شوری حوزه‌ی آبریز رودخانه‌ها به روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی به کارایی بالای مدل شبکه عصبی مصنوعی به‌خصوص شبکه‌های با ورودی تأخیر یافته دست یافتند. ابراهیمی و نایب لوئی (۱۳۸۸) در تحقیقی با عنوان تخمین نفوذپذیری نهایی خاک‌ها با استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی، با استفاده از فاکتورهایی نظیر مجموع کلسیم و منیزیوم، سدیم، هدایت الکتریکی، درصد ماده‌ی آلی، تخلخل، وزن مخصوص ظاهری، وزن مخصوص حقیقی و اسیدیته، به کارایی بالای مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی حتی باوجود تعداد کم داده‌ها دست پیدا کردند. البته در این تحقیق مدل رگرسیون خطی کارکرد بالاتری نسبت به مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی دارا بود. گروهی از محققین به مقایسه‌ی روش‌های رگرسیون مرحله‌ای و شبکه‌ی عصبی مصنوعی در جذب فلزات سنگین از خاک پرداختند. نتایج حاکی از کارایی بالای هر دو روش بود. البته مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی[1] مدل مناسب‌تری در پیش‌بینی ضریب جذب کادمیوم، در خاک است (صبور و همکاران،۱۳۸۹) سروری و همکاران (۱۳۹۰) به مقایسه‌ی مدل‌های RBF شبکه عصبی مصنوعی و مدل نرو فازی برای مدل‌سازی بارش رواناب پرداختند. نتایج آن‌ها بیانگر قابلیت بالاتر مدل نرو فازی نسبت به مدل RBF است ولی شبکه‌ی RBF سرعت آموزش بسیار سریع‌تری را نشان داد. صفاری و همکاران (۱۳۸۸) به مقایسه‌ی روش‌های میان یابی کریجینگ و شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی تغییرات مکانی برخی از خصوصیات شیمیایی خاک استفاده کردند. خصوصیات شیمیایی خاک شامل هدایت الکتریکی،کلسیم، منیزیوم و پتاسیم بودند. برای مقایسه و بررسی دقت مدل‌ها از پارامترهای میانگین خطای مطلق (MAE)، مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب همبستگی (r) استفاده شد. نتایج حاکی از برتری مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی بوده است که از روش پس انتشار خطا برای آموزش کمک می‌گیرد. هزارجریبی (۱۳۹۲)، با استفاده از ۶۹ نمونه خاک در محدوده شهرستان گرگان با استفاده از

1-ANN

شبکه عصبی مصنوعی ظرفیت تبادل کاتیونی را با استفاده از پارامترهای زودیافت تخمین زد. امینی و همکاران (۲۰۰۵)با درصد رس و ماده آلی مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی را برآورد کردند همچنین با افزایش CEC خاک مقدار سطح ویژه ذرات ریز خاک نیز افزایش می‌یابد و در اکثر تحقیقات رابطه معنی‌داری با همبستگی بالا بین این دو پارامتر به‌دست‌آمده است.

۲-۲-۲-مطالعه، شناسایی و رده بندی خاکها و شبکه‌ی عصبی مصنوعی در سایر کشورها

خاک به عنوان بستر از زمان های قبل از میلاد مورد توجه قرار گرفته است. از قرن نوزده به بعد به تدریج خاکشناسی جنبه ی آکادمی گرفته است. از سال ۱۸۴۰ یک دانشمند در کتابی تحت عنوان کاربرد شیمی در خاک ارتباط تغذیه و خاکشناسی را مورد بررسی قرار داد. آقای داکوچائف یکی از دانشمندان روسیه، که زمین شناس بوده است، مجبور می شود از طرف دولت اراضی کشاورزی را برای اخذ مالیات دسته بندی و طبقه بندی کند. و اراضی را به نه دسته تقسیم نمود تا بتوان مطابق با تولید و توان اراضی مالیات را اخذ نمود. بعد ها این دانشمند به عنوان پدر علم خاکشناسی نام گرفت.

بعد از آن گلینکا، که زمین شناس بود، روی چگونگی تشکیل خاک و فرایندهای مربوطه بحث و تحقیق نمود و نتیجه گرفت که خاک متاثر از عوامل مادری است.

در کنار این ها در امریکا آقای هیلگارد در اوایل ۱۹۰۰ به عنوان زمین شناس در بخش خاکشناسی در ایالت کالیفرنیا فعالیت نمود و تشکیل خاک را با شرایط اقلیمی مطرح نمود. در کنار ایشان شاگردی تحت عنوان کوفی بوده است که در ارتباط با پیدایش خاک کار نمود. و با هاربت (مسئول اداره سرپرستی خاکشناسی) در سال های۱۹۳۰ خاکهای امریکا را مورد شناسایی قرار دادند و نقشه تهیه کردند.

بعد ها در سال ۱۹۴۱-۱۹۴۰ آقای ینی Jenny در اولین نشریه خود پنج عامل تشکیل خاک (آب و هوا، اقلیم، پوشش گیاهی، مواد مادری و زمان) را چاپ نمود.

آقای اسمیت،که مسئولیت سرپرستی بخش خاکشناسی امریکا را بر عهده داشت، در سال ۱۹۶۰ قبل از دهه ی ۱۹۷۰ با همکاری افراد دیگر روش جدید آمریکایی را پایه گذاری کرد و بسط و توسعه داد. تاریخچه ی رده بندی به حدود ۵۰ سال قبل برمیگردد.

در سال ۱۹۹۰ مطالعه خاکشناسی ایستگاه تحقیقات مات داپیلی در استرالیا توسط بخش منابع اراضی انجام شد. اطلاعات موجود برای انجام ارزیابی تناسب اراضی ایستگاه جهت کشاورزی و دامداری بکار رفت. اطلاعات به دست آمده از مطالعات تناسب اراضی در اختصاص اراضی به پروژه تحقیقات ژنتیک حیوانی و دیگر کاربری ها کمک زیادی نمود. این مطالعه پیشنهاداتی برای کنترل شوری، فرسایش و مدیریت مناطق مستعد سیلاب، نوع آبیاری، سطح آب زیرزمینی، مشکل خاکها، نیازهای حیوانات وحشی و اختصاص اراضی برای چرای دام ارائه نموده است. اطلاعات به دست آمده از این گزارش در انجام برنامه های بخش حفاظت خاک بکار رفته که این برنامه باروری درازمدت اراضی این ایستگاه را تضمین خواهد کرد (Fisher and Baker 1990) .

یک مطالعه خاک شناسی و ارزیابی تناسب اراضی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای ۹۶۵۰ هکتار از اراضی ایستگاه لیچهارد در منطقه تحت آبیاری رودخانه بوردکین در استرالیا انجام شد. اقلیم، زمین شناسی، هیدرولوژی، پوشش گیاهی و خاک این اراضی مورد بررسی قرار گرفت. منطقه به ۷۶ واحد مجزا که ۲۵ پروفیل شاهد داشت، تقسیم شد. تیپ های بهره وری از اراضی شامل: نیشکر، محصولات دانه ای و برنج و انبه بود. از یک سیستم ۵ کلاسه برای تناسب اراضی برای این محصولات استفاده شد. نقشه های بدست آمده از این تحقیق، کلاسهای تناسب اراضی برای این محصولات را نشان می دهد. (Donnallan et al, 1990)

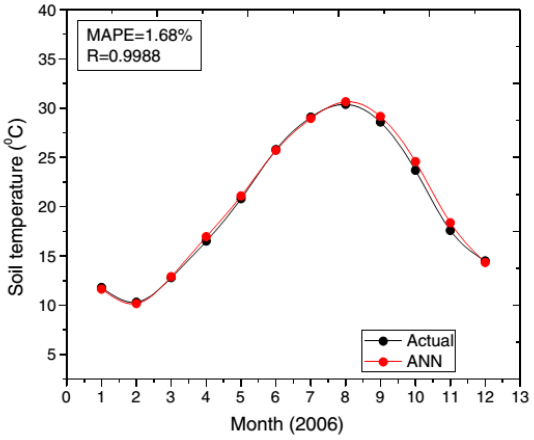
در سال ۱۹۹۰، Wilsonو همکاران مطالعات خاکشناسی و تناسب اراضی را با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در سطح ۱۶۰۲۷۰ هکتار از اراضی پست ساحل منطقه اینگهام (Ingham) در استرالیا انجام دادند. در این مطالعه اقلیم، زمین شناسی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، پوشش طبیعی و خاکها مورد بررسی قرار گرفتند.

تیپ های بهره وری از اراضی عبارت بودند از: درختان نخل آمریکای جنوبی، انبه، آووکادو، مرکبات و محصولات دیگری نظیر: چای، سبزیجات، کدوئیان، آناناس و غیره. در نهایت اراضی بر حسب تناسب خود برای محصولات مذکور در کلاسهای مختلف طبقه بندی شدند.

با توجه به توانایی در استنتاج معانی از داده‌های پیچیده یا مبهم، ANN برای استخراج الگو و شناسایی روند مورداستفاده قرار می‌گیرد، همچنین با در نظر گرفتن قابلیت‌های توصیف روابط غیرخطی، از شبکه عصبی به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود

شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌طور گسترده‌ای برای پیش‌بینی خصوصیات هیدرولیکی خاک (میناسنی و همکاران ۲۰۰۴، اسچاپ و همکاران ۱۹۹۸)، نقشه‌های رقومی خاک (بهرنس و همکاران ۲۰۰۵، مک بارتنی و همکاران ۲۰۰۳) و مدل‌سازی رفتار عناصر کمیاب (بوسزوسکی وکووالکوسکی ۲۰۰۶، گندهیمتی ومینامبال ۲۰۱۲) مورداستفاده قرارگرفته است. در مواردی، شبکه‌های عصبی برای پیدا کردن روابط ورودی-خروجی، با استفاده از یک فرآیند کالیبراسیون تکراری آموزش داده می‌شوند (فاز آموزش). علاوه بر این شبکه‌های عصبی مصنوعی که مزیت محدودیت تحمیل نشده در ورودی‌های و خروجی‌ها رادارند، به‌راحتی قادرند که محاسبه معکوس را اجرا نمایند (هامبلی و همکاران ۲۰۰۶، رفیق و همکاران ۲۰۰۱ ANN و مدل‌های الگوریتم ژنتیک را برای شبیه‌سازی تبخیر تشت و تبخیر و تعرق مورداستفاده قرار دادند. البته لازم به ذکر است که دقت در اندازه‌گیری دمای خاک بسیار مهم است بنابراین مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی دمای خاک مورداستفاده قرار می‌گیرند (مازو و همکاران ۲۰۱۲) تبری (۲۰۱۱) دمای روزانه خاک را در شش عمق (۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۱۰۰ سانتیمتری) با استفاده از مدل‌های MLP (Multi Layer Perceptron) و روش رگرسیون خطی چند متغیره (در یک منطقه خشک از کشور ایران) تخمین زدند. نتایج نشان دادند که پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی نسبت به مدل‌های رگرسیون عملکرد بهتری داشته است. بیلگیلی (۲۰۱۰) دمای ماهانه خاک را با استفاده از رگرسیون‌های

خطی و غیرخطی و روش‌های شبکه عصبی مصنوعی در شهر آدانا ترکیه مدل‌سازی کرد. نتایج مبین آن بود که روش شبکه عصبی عملکرد بهتری نسبت به روش‌های رگرسیونی ارائه نموده است. در مطالعه‌ای دیگر بیلگیلی و همکاران (۲۰۱۳) دماهای خاک یک ایستگاه هدف را با استفاده از فقط دماهای خاک ایستگاه‌های همسایه در ترکیه تخمین زدند. درنتیجه یک مدل شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین دمای خاک ایستگاه هدف گسترش یافت. خروجی‌های حاصله مشخص می‌کنند که مدل شبکه عصبی گسترش‌یافته یک پیش‌بینی ساده و با دقت برای نمایش دمای خاک ارائه می‌کند (شکل۲-۱)



شکل(۲-۱): دقت تخمین دمای خاک توسط شبکه عصبی نسبت به واقعیت (بیلگیلی و همکاران ۲۰۱۲)

وو و همکاران (۲۰۱۳) میانگین ماهانه دمای خاک در عمق ۱۰ سانتیمتری را با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در یک منطقه وسیع پیش‌بینی کردند. دستاورد به‌دست‌آمده حاکی از آن بود که شبکه عصبی مصنوعی ابزاری مؤثر برای پیش‌بینی دمای خاک هست. در تحقیقات مختلفی شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی خصوصیات هیدرولوژی خاک با موفقیت عمل نموده است (پاچپسکی و راولز ۱۹۹۹، مینارسی و مک برتنی ۲۰۰۲). از مزایای استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی این است که هیچ نوع خاصی از توابع، به فرض اولیه برای مدل‌سازی رابطه بین ورودی‌ها و خروجی‌ها احتیاجی ندارند.

رابطه‌ای که داده‌های ورودی را به داده‌های خروجی متصل می‌کند، از طریق یک روش آموزش به دست می‌آید (اسچاپ و همکاران ۱۹۹۸). در موضوعات اخیر در زمینه هیدرولوژی گزارش‌شده است که احتمال دارد روش‌های شبکه عصبی مصنوعی، منطق فازی و عصبی-فازی روشی جایگزین برای پیش‌بینی سنتی هیدرولوژی ازجمله کاربرد تبخیر باشد (مینسن و هال ۱۹۹۶، تایفور ۲۰۰۲، سادهیر و همکاران ۲۰۰۲، سوپهاراتید ۲۰۰۳، کومار و همکاران ۲۰۰۴، کیسی ۲۰۰۴، کیسی و ییلدریم ۲۰۰۵) تبری و همکاران (۲۰۰۹) تبخیر روزانه را با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون غیرخطی چند متغیره (MNLR) در یک منطقه نیمه‌خشک از کشور ایران تخمین زدند. نتایج نشان دادند که شبکه عصبی مصنوعی تخمین بهتری نسبت به MNLR ارائه می‌دهد.

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- موقعیت و وسعت منطقه مورد مطالعه

دشت ارایض به وسعت ۵۱۷۳ هکتار خالص بین عرض جغرافیایی ۳۲°۰۱ تا ۳۲°۰۳ شمالی و طول جغرافیایی ۴۸°۰۶ تا ۴۸°۲۶ شرقی قرار دارد.

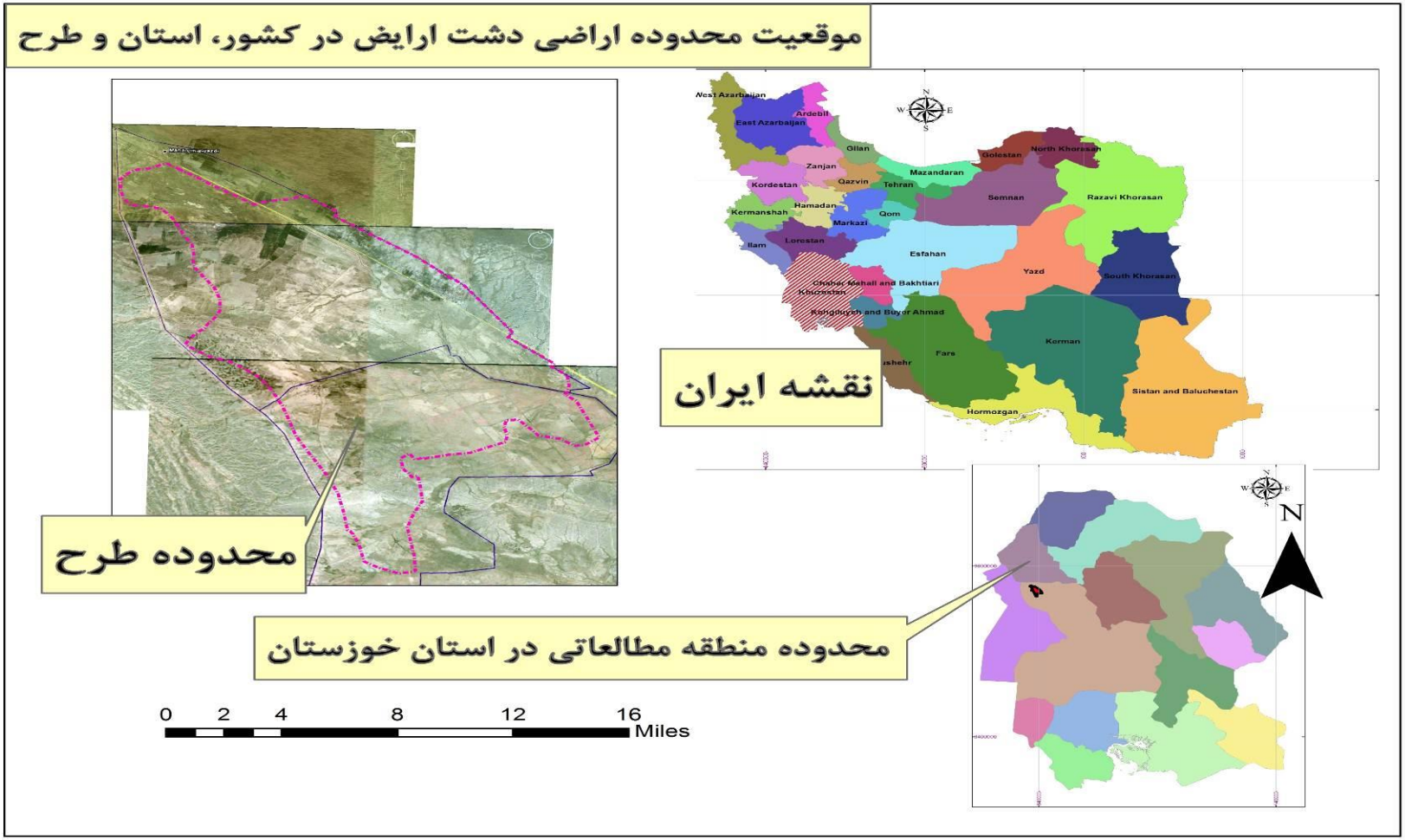
این دشت از شمال به دشت دوسالق، از طرف جنوب به دشت باغه، از طرف شرق به رودخانه کرخه، از طرف غرب به کانال اصلی دشتهای پای‌پل محدود می‌باشد. تپه‌های لخیضر نیز در سطح وسیعی، این دشت را از دشت دوسالق جدا می‌سازد.

دشت ارایض در جنوب غربی ایران واقع در دشت خوزستان می‌باشد. این دشت در جنوب شهر اندیمشک و در ساحل راست رودخانه کرخه و جاده اهواز اندیمشک (حد فاصل پل ناجیان و پل عبدالخان) قرار گرفته و برای دسترسی به آن باید از رودخانه کرخه عبور کرد. در حال حاضر از طریق پل‌های ناجیان (در مسیر جاده شوش- فکه) و عبدالخان (واقع در منتهی‌الیه بخش جنوبی اراضی) امکان عبور از رودخانه کرخه و دسترسی به اراضی دشت ارایض فراهم می‌باشد.

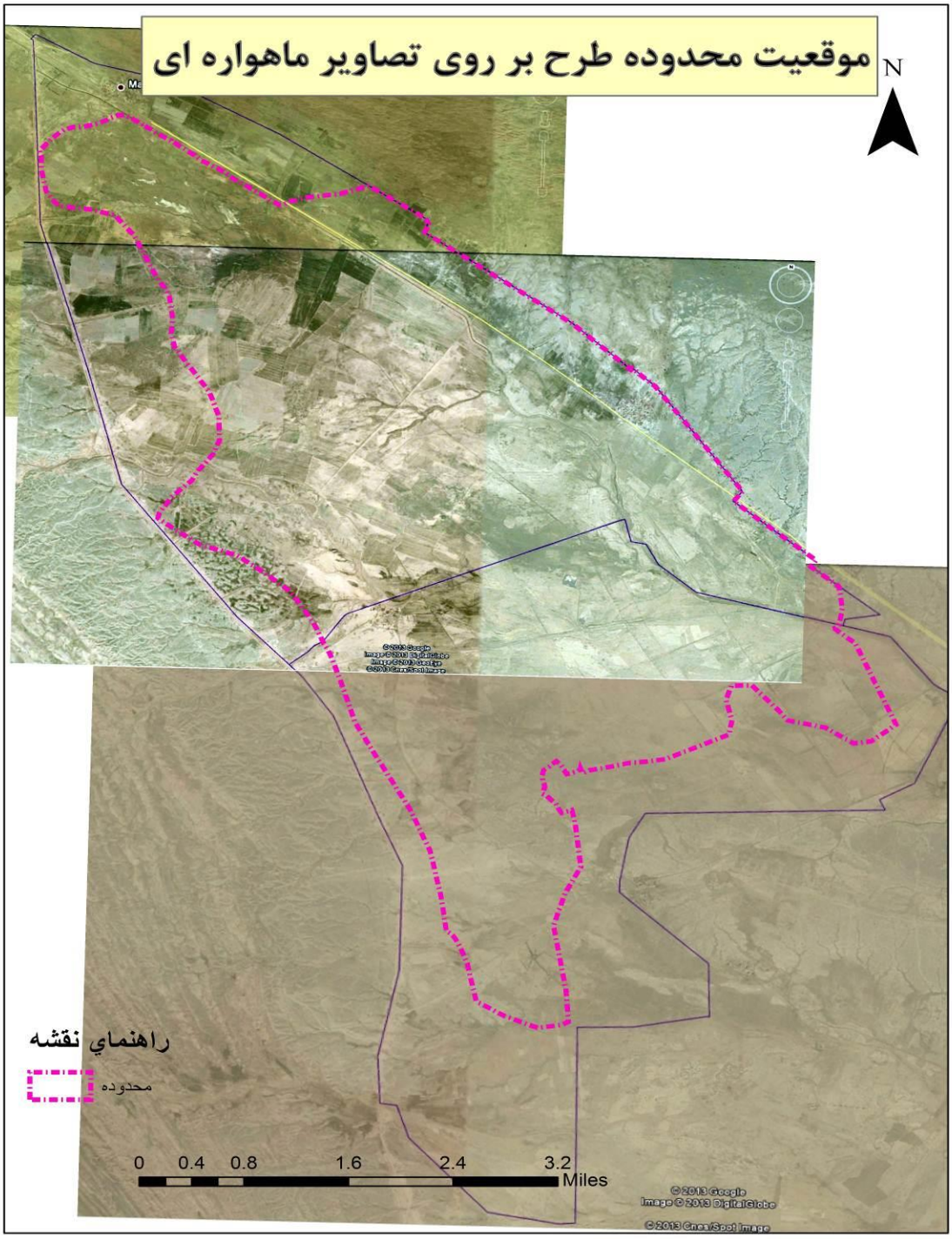
بعلاوه در حوالی پل ناجیان و به موازات رودخانه کرخه جاده خاکی بین روستایی دشتهای دوسالق و ارایض احداث گردیده که در مسیر شمال به جنوب امتداد داشته و در انتها به جاده عبدالخان منتهی می‌گردد. طول آن حدود ۹۰ کیلومتر می‌باشد که در حال حاضر بخشی از آن آسفالت شده است.

دشت ارایض حدوداً ۱۲۰ کیلومتر از اندیمشک فاصله دارد.

شکل (۳-۱) موقعیت محدوده اراضی دشت ارایض در کشور، استان و شکل (۳-۲) موقعیت محدوده بر روی تصاویر هوایی را نشان می دهد.



شکل (۳-۱): موقعیت محدوده اراضی دشت ارایض در کشور، استان



شکل (۳-۲): موقعیت محدوده طرح بر روی تصاویر ماهواره ای

۳-۲- زمین‌شناسی عمومی منطقه

این دشت در غرب رودخانه کرخه و در جلگه وسیع خوزستان واقع شده است. رسوبات گروه فارس عمدتاً شامل سازندهای آغاجاری و بخش لهبری آن، میشان، گچساران و رسوبات کنگلومرای بختیاری که روند عمومی آنها منطبق با روند عمومی رشته کوههای شمال باختری- جنوب خاوری می‌باشد، نواحی غربی مرکزی و جنوب دشت را احاطه نموده است. بدلیل ماهیت فرسایشی، سازندهای فوق بصورت تپه ماهوری در منطقه تظاهر می‌نمایند و سازند کنگلومرای بختیاری بدلیل مقاومت بیشتر در مقابل فرسایش نسبتاً مرتفع‌تر می‌باشند.

- سازند گچساران، از رسوبات تبخیری شامل گچ، نمک، مارن و مارن آهکی با لایه‌بندی و شیب ملایم تشکیل شده و بصورت نواری در حواشی بیرونی غرب دشت ارایض رخنمون دارد. این سازند بطور هم شیب بر روی سازند آسماری قرار می‌گیرد. سن این سازند میوسن تحتانی می‌باشد.

- سازند میشان، با رخساره مارنهای خاکستری، آهکهای صدف‌دار حاوی میکروفسیل، بصورت نواری در حاشیه بیرونی غرب دشت ارایض رخنمون دارد.

- ممبرگوری با رخساره آهکهای اپرکولینا، آهکهای مارنی به رنگ قهوه‌ای روشن و لایه‌های مارنی سبز رنگ که در قاعده نیز بیشتر مارنی و آهک مارنی است در بخش زیرین سازند میشان قرار دارد. این سازند بطور هم شیب روی سازند گچساران قرار می‌گیرد و سن آن میوسن میانی می‌باشد.

- سازند آغاجاری، این سازند با رخساره ماسه سنگ آهکی، مارن ماسه‌ای، کنگلومرای دانه‌ریز به رنگهای قهوه‌ای تا خاکستری که حاوی افقهای ژیپس‌دار است در ارتفاعات واقع در قسمت غربی و شمالی دشت رخنمون دارد. بخش بالایی این سازند شامل مارنهای سیلتی قرمز رنگ همراه با لایه‌های کنگلومرای ظریف، سنگ سیلت (فورش) و رگه‌هایی از گچ می‌باشد و به نام بخش لهبری خوانده می‌شود. این سازند بطور هم شیب بر روی سازند میشان قرار دارد و سن آن اواخر میوسن تا پلیوسن است.

- سازند بختیاری، این سازند با رخساره کنگلومرای آهکی سیمانی شده در آهک بصورت مواد تخریبی دانه درشت حاصل فعالیتهای فاز تکتونیکی اواخر چین‌خوردگی آلپ در دوره میوپلیوسن است. این سازند در ردیف رخساره‌های خشکی‌زایی محسوب می‌شود که حاصل پدیده اپیروژنیگی آلپ در زاگرس است. این سازند در نواحی شمالی، مرکزی و سرتاسر حاشیه غربی دشت ارایض رخنمون دارد و از دو بخش تشکیل شده است.

بخش زیرین سازند کنگلومرای بختیاری با زمینه ماسه سیلتی همراه با عدسیهای ماسه سنگ و گل سنگ می‌باشد که اجزاء درشت دانه کنگلومرا شامل قلوه‌های آهکی- چرتی و کوارتیزتی است که فضای بین آنها با ماسه ریزدانه و سیلت پر شده است.

بخش بالایی نیز مشابه بخش پایینی بوده تفاوت آن با بخش زیرین کوچکتر بودن عناصر موجود در آن و سیمان‌شدگی بهتر آن است. این سازند بطور دگرشیب بر روی سازند آغاجاری قرار گرفته و سن آن پلیوسن بالایی می‌باشد.

۳-۲-۱-رسوبات عهد حاضر

رسوبات سیلابی رودخانه کرخه که از سازندهای زون زاگرس چین خورده شسته شده و توسط رودخانه کرخه حمل و در محدوده رسوبگذاری شده است.

رسوبات شسته شده از رخنمونهای سازند آغاجاری و بختیاری توسط آبراهه‌ها، همچنین واریزه‌ها و آبشست‌های دامنه‌ای که در دامنه رخنمونها نهشته شده‌اند، بخش دیگری از رسوبات عهد حاضر را تشکیل می‌دهند.

ماسه‌های بادی که منشاء آن سازند آغاجاری و بختیاری داشته و توسط باد حمل و در قسمتهایی از دشت تجمع نموده‌اند، نیز بخش دیگری از رسوبات عهد حاضر را تشکیل می‌دهند.

دانه‌بندی رسوبات عهد حاضر شامل رس، سیلت، ماسه و شن و ندرتاً قلوه‌سنگ می‌باشد.

۳-۳- اقلیم

پدیده های اقلیمی ازجمله مهمترین و تاثیرگذارترین عوامل موثر درتشکیل و تکامل خاک ها محسوب می گردند. مهمترین عوامل و عناصر هواشناسی که باعث بوجود آمدن اقلیم یک ناحیه مـی شـوند، عبارتنـد از عرض جغرافیایی، موقعیت محلی،پوشش گیاهی، فشار هوا، باد، ساعات آفتابی، رطوبـت ، مقـدار بارنـدگی، دوری و نزدیکی به دریا ، جهت حرکت و قرار گرفتن توده های هوای مرطوب و خشک با ویژگـی سـرد یـا گرم در سطوح وسیع جغرافیایی.

بطور کلی منطقه خوزستان از جمله دشت ارایض منطقه‌ای خشک است که از دمای نسبتاً بالایی در طـول سال برخوردار بوده و به ندرت دمای آن به زیرصفر می‌رسد. ولی در بعضی مواقع به ویژه در فصل زمسـتان جریانات بسیار سرد شمالی که عمدتاً ناشی از وجود سیستمهای پرفشار بر روی سیبری هستند بـه سـمت جنوب غربی ایران نفوذ کرده و پس از طی مسیر طولانی منطقه خوزستان را تحت تأثیر قرار داده و موجب کاهش دما در حد یخبندان در فاصله زمانی کوتاه می‌گردد. با این مقدمه، مهمترین پارامتر های اقلیمی در دشت ارایض که اطلاعات مربوط به آن ها از ایستگاه هـای مختلـف هواشناسـی منطقـه حاصـل گردیـده، عبارتند از:

۳-۳-۱-باد

اندازه‌گیری منظم سرعت و جهت باد در ایستگاههای سینوپتیک انجام می‌گیرد که عموماً مجهز به دستگاه آنموگراف هستند.

اندازه‌گیری سرعت و جهت باد در ایستگاههای سینوپتیک در ارتفاع ده متری از سطح زمین انجام می‌شود و از این رو داده‌های بدست آمده معرف جریانات سطحی هوا می‌باشد. در داخل دشتهای مورد مطالعه ایستگاه سینوپتیک وجود ندارد و نزدیکترین ایستگاه سینوپتیک به دشتها، ایستگاههای اهواز و دزفول می‌باشند.

در اهواز جهت باد غالب در تمام طول سال غربی بوده و سرعت آن از ۲/۱ متر بر ثانیه در ماه ژانویه بتدریج افزایش می‌یابد. بطوریکه در ماه ژوئن به ۴/۲ متر بر ثانیه می‌رسد و سپس کاهش یافته و در ماه دسامبر بالغ بر ۲/۲ متر بر ثانیه می‌شود.

قسمت اعظم بادها در فصل تابستان می‌وزد و در فصل پاییز درصد باد آرام بیشتر است. وزش بادهای شدید بیشتر در ماه ژوئن و بطور متوسط با سرعت ۳/۹ متر بر ثانیه صورت می‌گیرد. شدیدترین باد از این ایستگاه در روز ۱۵ ماه می سال ۱۹۵۵ و معادل ۲۸/۳ متر بر ثانیه گزارش شده است.

در دزفول جهت باد غالب بیشتر جنوب غربی بوده و سرعت آن در طول سال متفاوت و از حداقل ۳/۲ تا حداکثر ۶ متر بر ثانیه می‌رسد. در این ایستگاه نیز قسمت اعظم بادها در فصل تابستان می‌وزد و در فصل زمستان درصد باد آرام بیشتر است. وزش بادهای شدید بیشتر در ماه می و بطور متوسط با سرعت ۳/۶ متر بر ثانیه صورت می‌گیرد. شدیدترین باد در روز نهم ماه می سال ۱۹۷۲ و معادل ۴۱/۲ متر بر ثانیه از این ایستگاه گزارش شده است.

۳-۳-۲- دما

حداکثر و حداقل مطلق درجه حرارت هوا در گرمترین روز سال (تیر ماه) به ۵۰ درجه سانتیگراد بالای صفر و در سردترین روز سال (دی ماه) به ۲ درجه زیرصفر می‌رسد.

۳-۳-۳- تبخیر

برای برآورد تبخیر از تشتک در دشت ارایض از اطلاعات ایستگاه عبدالخان استفاده شده است. متوسط تبخیرسالانه از تشتک تبخیر ۳۵۷۵ میلیمتر در یک دوره آماری متغیر ۱۶ ساله اندازه‌گیری شده و

حداکثر تبخیر در مرداد ماه حدود ۵۹۵ میلیمتر بوده است. بیشترین میزان تبخیر در سه ماهه خرداد، تیر و مرداد و کمترین آن در دی ماه می‌باشد.

۳-۳-۴- بارندگی

منطقه مورد مطالعه شدیداً تحت تأثیر فشار زیاد فوق استوایی در تابستان قرار می‌گیرد و بارندگی در این منطقه در طول تابستان بسیار ناچیز می‌باشد و متوسط بارندگی ۲۵۶/۸ میلیمتر می‌باشد.

بیشترین بارندگی را در منطقه خوزستان سیستمهای کم فشار مناطق شمالی آفریقا ایجاد می‌کند که به تدریج از اول پاییز شروع شده و تا فصل بهار ادامه دارد.

۳-۴- منابع آب

براساس نتایج مطالعات وضع موجود، بهره‌برداری از امکانات بالقوه آب منطقه در سطح محدود و بسیار ابتدایی و از طریق شق نهر، پمپاژ از رودخانه و نیز استحصال آب زیرزمینی صورت می‌گیرد.

طبق آمار و ارقام مربوط به مطالعات مرحله اول شبکه آبیاری و زهکشی دشتهای پای‌پل در سالهای ۶۸-۶۷، بهره‌برداری سالانه از منابع آب (سطحی و زیرزمینی) در شرایط طرح، مجموعاً معادل ۴۵۲ میلیون مترمکعب بوده است که از این مقدار، ۴۸ میلیون مترمکعب در سال از سفره آب زیرزمینی و ۴۰۴ میلیون مترمکعب در سال از رودخانه کرخه تخصیص داده شده است.

پیرو آن طبق گزارش سیستمی حوضه آبریز کرخه (مطالعات مصرف آب) در سال ۱۳۸۸ و در قالب طرح بهینه‌سازی کرخه سال ۱۳۸۷ با تغییر الگوی کشت پیشنهادی و حذف برنج در جهت کاهش مصرف، دشت ارایض با مساحت تقریبی ۲۴ هزار هکتاردر شرایط طرح، سالانه حجم آبی معادل ۲۷۰ میلیون مترمکعب برابر با ۱۱۲۴۷ مترمکعب در هکتار، نیاز خواهد داشت که از این میزان ۲۰۰ میلیون مترمکعب در سال از آب سطحی (سد کرخه) و ۷۰ میلیون مترمکعب در سال از آب زیرزمینی تأمین خواهد شد.

۳-۴-۱- منابع آب سطحی

آب سطحی مورد استفاده در شرایط موجود در منطقه، رودخانه کرخه است. آب این رودخانه در سد مخزنی کرخه ذخیره و به وسیله سد تنظیمی، جریان آب تنظیم شده توسط کانال اصلی به دشتهای پای‌پل از جمله ارایض انتقال می‌یابد.

۳-۵- گیاهان طبیعی منطقه

منطقه مورد مطالعه دارای تنوع پوشش گیاهی می باشد و گیاهان طبیعی غالب منطقه عبارتند از :

گرامینه‌ها، خارشتر، کنگر وحشی، کاسنی، شیرین بیان، تلخ بیان، گون، بومادران و کنار

جدول (۳-۱): پارامترهای مختلف کیفیت آب رودخانه کرخه در ایستگاه پای‌پل

پارامتر	املاح محلول (میلیگرم در لیتر)	هدایت الکتریکی (میکروموس ب سانتیمتر)	قلیائیت (pH)	آنیون‌ها (میلی‌اکی‌والان در لیتر)						کاتیون‌ها (میلی‌اکی‌والان در لیتر)						نسبت‌جذب سدیم (SAR)
				CO_3^{--}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	جمع آنیونها	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+	جمع کاتیونها		
میانگین	۷۳۵	۱۱۳۹	۸/۰	۰/۰۲	۲/۸۰	۴/۶۵	۴/۰۳	۱۱/۵۰	۴/۳۹	۲/۳۷	۴/۶۵	۰/۰۶	۱۱/۴۷			۲/۴۹
حداکثر ثبت شده	۲۲۲۰	۳۷۹۵	۹/۱	۰/۵۳	۴/۳۰	۲۸/۰۰	۲۹/۳۵	۳۶/۵۰	۲۹/۸۰	۸/۷۰	۲۷/۰۰	۰/۹۰	۳۵/۸۰			۱۲/۹۱
حداقل ثبت شده	۶۵	۴۹۰	۷/۰	۰/۰۰	۰/۸۲	۰/۵۵	۱/۱۰	۵/۱۰	۰/۹۵	۰/۳۰	۰/۷۰	۰/۰۱	۵/۰۰			۰/۲۷
انحراف معیار	۲۵۴	۳۹۹	۰/۳	۰/۱	۰/۶۰	۲/۹۴	۲/۲۹	۳/۹۷	۲/۰	۰/۸	۲/۹	۰/۱	۳/۹			۱/۴
ضریب تغییرات (٪)	۳۵	۳۵	۳/۳	۴۰۶	۲۱	۶۳	۵۷	۳۴	۴۷	۳۴	۶۲	۹۷	۳۴			۵۵

۳-۶-شناسایی و رده بندی خاکها

منظور از طبقه بندی خاکها سهولت در بخاطر سپردن مشخصات مهم آنها ، جمع آوری اطلاعات جامعی از خصوصیات خاکها ، درک رابطه خاکهای مختلف با یکدیگر و با محیط و همچنین تعیین استعداد ذاتی و قابلیت استفاده آنها جهت گسترش عملیات زراعی ، عمرانی و مقایسه خاکهای مناطق مختلف با یکدیگر می باشد .

روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی خاک‌ها وجود دارد که از جمله فراگیرترین آنها می‌توان به روش‌های USDA Soil Taxonomyو طبقه‌بندی استاندارد جهانی برای منابع خاک‌ها (WRB) اشاره نمود.

خاکهای منطقه مورد مطالعه براساس استاندارد های مشخص شده و با درنظر گرفتن وضع ظاهری زمین ، مواد مادری تشکیل دهنده خاکها وسایر خصوصیات پروفیلی از قبیل وجود و یا عدم وجود افقهای مشخصه (Diagnostic Horizons) ، رنگ ، بافت ، ساختمان و تجمع مواد در افقهای خاک که با توجه به مطالعات صحرایی و نتایج آزمایشات آزمایشگاهی بدست آمده است رده بندی گردیده اند .

این رده بندی با استفاده از روش طبقه‌بندی جامع خاک (USDA Soil Taxonomy -1999) و کلید تجدید نظر شده آن (Key To Soil Taxonomy -2010) طبقه‌بندی و با سیستم (WRB) هماهنگ گردیده است.

سطوح مختلف طبقه‌بندی در سیستم رده بندیUSDA Soil Taxonomy، به شرح زیر می‌باشد:

- رده (Order)
- تحت رده (Suborder)
-گروه‌های بزرگ (Great Group)
- تحت گروه (Subgroup)
- فامیل (Family)

- سری (Serie)

مهمترین عواملی که در رده‌بندی خاک‌ها، موجب تفکیک خاک‌ها به رده‌ها، تحت رده‌ها، گروه‌های بزرگ، تحت گروه‌ها و سری‌ها می‌گردد وجود یا فقدان افق‌های مشخصه، وضعیت اقلیمی و رژیم‌های رطوبتی و حرارتی، سیمای اراضی و همچنین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک‌ها است.

۳-۶-۱- زمین نمای منطقه (Landscape)

محدوده مورد بررسی به لحاظ فیزیوگرافی شامل پلاتوهای مسطح، دشتهای آبرفتی دامنه‌ای و دشتهای آبرفتی رودخانه‌ای، اراضی بادرفتی و اراضی پست می‌باشد.

بررسی سیمای اراضی شامل شناخت آرایش اراضی و یا نوع عوارض و نحوه قرارگیری آن بر روی زمین بوده و این مهم، با استفاده از مطالعات ارزیابی منابع و قابلیت اراضی صورت می‌پذیرد.

براین اساس، خاک‌های منطقه مورد مطالعه بر روی ۵ واحد زمین نما به شرح زیر تشکیل گردیده است :

۳-۶-۱-۱-فلات‌ها و تراس‌های فوقانی(Plateaux and Upper Terraces)

این واحد فیزیوگرافی معادل سطوح ژئومرفولوژیکی فرسایش یافته و تجمعی می‌باشد که در حال حاضر تحت تأثیر فرآیندهای فرسایشی با شدت کم تا متوسط قرار دارند. هنوز بسیاری از بقایای سطوح قبلی یافت می‌شوند که دارای سطح صاف و مسطح می‌باشند. با وجود اینکه شدت پستی و بلندی و درجه شیب این اراضی کم است هیچگونه فرآیند تجمعی نهشته‌های فرسایشی از تپه‌ها یا کوهستان‌های مجاور صورت نمی‌گیرد. معمولاً پستی و بلندی محلی آنها کمتر از ۵۰ متر است.

۳-۶-۱-۲-دشتهای آبرفتی دامنه‌ای (Piedmont Alluvial Plains)

به دشتهایی اتلاق می‌شود که منشاء رسوبات آن کوهها، تپه‌ها و دره‌ها هستند و دارای خاکهایی با بافت سنگین (رسوبات دانه ریز) و عمدتاً عمیق می‌باشند. جریانات تحت و سطح الارض در این دشتها تجمع پیدا نمی‌کنند و عمدتاً دارای سنگریزه در افقهای زیرین می‌باشند.

دشتهای دامنه‌ای معمولاً نواری شکل وبه موازات کوه‌ها ،تپه ها و فلاتها تشکیل می‌شوند و دارای شیب ملایمی به سمت اراضی پست می‌باشند.

۳-۶-۱-۳-دشتهای آبرفتی رودخانه‌ای (River Alluvial Plains)

این واحد اراضی بر اثر نهشته‌شدن رسوبات ریز سرریز شده که از یک جریان رودخانه اصلی که می‌تواند هنوز فعال بوده و یا اینکه غیرفعال باشد تشکیل یافته است. شکل این دشتها شبیه نواری کشیده است که شیب آنها از جهت کلی رودخانه تبعیت می‌کند. شیب کلی معمولاً کمتر از ۲ درصد، جهت شیب کلی به موازات شیب رودخانه و شیب جانبی در جهت عمود بر رودخانه و دارای پستی و بلندی کمتر از ۲ متر می‌باشد. در صورت تامین آب اکثراً تحت کشتهای آبی بوده و در غیر این صورت به زراعتهای دیم اختصاص یافته‌اند.

۳-۶-۱-۴-اراضی پست (Low Lands)

این اراضی در مناطق پست و با توپوگرافی پائین تشکیل و معمولاً به شکل مقعر است. در این اراضی جریان آبهای تحت‌الارض و سطح الارض تجمع پیدا می‌کند.

شیب کلی خیلی کم و معمولاً کمتر از ۰/۵ درصد با اختلاف ارتفاع حداقل و حداکثر کمتر از ۲ متر می‌باشد. در اراضی پست آثار سیلگیری (Flooding) دیده نمی‌شود، ولی آثار زهکشی ضعیف چه داخلی و چه خارجی مشهود است. این تیپ را می‌توان براساس نوع خاک، شوری و قلیائیت و تکامل پروفیلی به واحدهای اراضی تقسیم نمود. به دلیل رطوبت بالای این اراضی، بر روی عکسهای هوائی این مناطق کاملاً تیره دیده می‌شود. در قسمتهایی از اراضی پوشش نی و گیاهان مردابی وجود دارد.

۳-۶-۱-۵- اراضی بادرفتی و شنهای روان

این اراضی اغلب دارای شیب و پستی و بلندی و نهشته‌های بادی کم تا زیاد می‌باشد. در خاکهای ماسه بادی (بادرفتها) و یا زمین‌های پوشیده از ماسه بادی کشت و زرع مشکل است. در این اراضی نفوذ آب به

داخل خاک خیلی سریع است و قابلیت هدایت گرمای آن نیز زیاد می‌باشد. در خاکهای ماسه‌ای کودهای دامی به سرعت می‌پوسد. خاکهای این واحد از اراضی ساختمان فیزیکی رضایت بخشی ندارند و به لحاظ مواد غذایی نیز فقیر می‌باشند.

شن‌های روان توسط اندازه‌گیری ذرات آن دسته بندی می‌شوند و تقریباً در ساختمان تمامی ذرات شن روان، کوارتز به وفور یافت می‌شود.

بطور کلی ۷۵ درصد از جابجایی شن‌ها توسط جهش دانه‌های شن صورت می‌گیرد. هنگامی که باد بر فراز توده شن می‌وزد قادر است دانه‌های شن را از سطح جدا کرده و در جهت وزش خود جابجا کند. وزن دانه‌های شن موجب می‌گردد این دانه‌ها مجدداً به سطح بازگردند.

۳-۶-۲- رژیم حرارتی و رطوبتی خاک Soil Temperature & Moisture Regime

رژیم‌های حرارتی و رطوبتی، خصوصیاتی از خاک هستند که بر اساس شرایط اقلیمی محیط و مشخصات فیزیکی و شیمیایی لایه‌های مختلف خاک شکل گرفته و فرآیند تشکیل و تکامل خاک‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین موقعیت اراضی در یک واحد زمین نما(LandScape) نیز بسیار اهمیت داشته و ممکن است خاک‌هایی که در یک شکل زمین (LandForm) خاص قرار گرفته با خاک مجاور آن که در شکل دیگر زمین قرار دارد، دارای رژیم حرارتی و رطوبتی متفاوت باشد. هر چند در طول تاریخ شکل‌گیری و تکامل خاک‌های یک منطقه، اقلیم‌های مختلف ظاهر شده که فرآیند خاکسازی را متأثر نموده است، ولی با توجه به این که شبیه‌سازی اقلیم گذشته غیر عملی بوده و از سوی دیگر کاربری اراضی و مدیریت فعلی خاک‌ها در ارتباط با شرایط کنونی منطقه مفهوم می‌یابد، در بررسی‌های رژیم حرارتی و رطوبتی، اقلیم فعلی منطقه ملاک عمل خواهد بود.

۳-۶-۲-۱-رژیم حرارتی خاک (Soil Temperature Regime)

براساس تحقیقات انجام شده درجه حرارت در عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک کمتر دستخوش تغییرات بوده و به متوسط درجه حرارت سالانه هوا بسیار نزدیک می‌باشد. برای تعیین رژیم حرارتی خاک، میزان درجه حرارت متوسط سالانه در عمق ۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک را ملاک قرار می‌دهند.

میانگین درجه حرارت سالانه منطقه براساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی ۲۴/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که با اضافه کردن یک درجه سانتی‌گراد میانگین درجه حرارت سالانه خاک به دست می‌آید. از این رو خاک‌های منطقه در رژیم حرارتی هایپرترمیک (Hyper Thermic)قرار می‌گیرد. در این رژیم میانگین درجه حرارت سالانه خاک بالاتر از ۲۲ درجه سانتی‌گراد است و اختلاف میانگین درجه حرارت تابستان و زمستان در عمق ۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک یا مرز سنگی و یا شبه‌سنگی بیش از ۶ درجه سانتی‌گراد است.

۳-۶-۲-۲-رژیم رطوبتی خاک (Soil Moisture Regime)

منظور از رژیم رطوبتی خاک وجود یا عدم وجود رطوبت در تمام یا بخش‌هایی از مقطع کنترل رطوبتی خاک در فصول مختلف سال است. بر اساس مرطوب یا خشک بودن این مقطع و این که در چه ایامی از سال تمام و یا بخش‌هایی از آن مرطوب یا خشک باشد رژیم‌های رطوبتی مختلف را تعریف نموده‌اند.

منظور از مقطع کنترل رطوبتی خاک آن بخشی از پروفیل خاک با مکش ۱۵- بار است که مرز فوقانی آن نفوذ نهایی ۲/۵ سانتی‌متر آب پس از ۲۴ ساعت و محدوده تحتانی آن نفوذ نهایی ۷/۵ سانتی‌متر آب پس از ۴۸ ساعت را دارا می‌باشد. با این تعریف مشخص می‌شود که موقعیت این مقطع در خاک‌های مختلف متفاوت بوده و بستگی به عوامل متعددی از جمله بافت خاک، نوع و درصد رس، ساختمان خاک، خلل و فرج فشردگی خاک، درصد مواد آلی وجود شکاف و املاحی همچون آهک و گچ و مقدار سنگریزه و غیره دارد.

با توجه به خشک یا مرطوب بودن تمام و یا قسمتی از مقطع کنترل رطوبتی خاک در ایامی از سال که درجه حرارت خاک در عمق ۵۰ سانتی‌متری ۵ یا ۸ درجه سانتی‌گراد باشد، رژیم‌های رطوبتی مختلف شامل:(Aquic , Udic , Ustic, Xeric , Torric (Aridic می‌باشند.

با استفاده از داده‌های هواشناسی و استفاده از برنامه کامپیوتری نیوهال و همچنین بر اساس نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک های ایران، رژیم رطوبتی خاک‌های اراضی محدوده طرح ارایض، یوستیک (Ustic) و اریدیک (Aridic) می‌باشد.

رژیم رطوبتی یوستیک : این رژیم حدواسط بین رژیم های رطوبتی یودیک (مرطوب) و اریدیک(خشک) است و نشانگر کمبود رطوبت در دوره رشد گیاه می باشد. در نقاطی که میانگین گرمای خاک در سال بیش از ۲۲ درجه سانتیگراد و اختلاف درجه حرارت خاک در فصل تابستان و زمستان در عمق ۵۰ سانتیمتری از ۵ درجه سانتیگراد کمتر است، در چنین شرایطی "بخش کنترل رطوبت خاک" حدود ۹۰ روز متوالی در بسیاری از سالها خشک است.

رژیم رطوبتی اریدیک :در این رژیم بخش کنترل رطوبتی خاک در سالهای نرمال دارای شرایط زیر است:

تمام قسمتهای بخش کنترل رطوبتی خاک برای بیش از نصف مدت زمان تجمعی در هر سال وقتی که درجه حرارت خاک در عمق ۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک معدنی بیش از ۵ درجه سانتی‌گراد است خشک باشد.

بعضی یا تمام قسمتهای بخش کنترل رطوبتی خاک برای کمتر از ۹۰ روز متوالی هنگامی که درجه حرارت خاک در عمق ۵۰ سانتی‌متری از سطح خاکهای معدنی بیش از ۸ درجه سانتی‌گراد است، مرطوب باشد.

خاکهایی که دارای رژیم رطوبتی اریدیک و یا توریک می‌باشند معمولاً در اقلیم خشک مشاهده می‌شوند. اینگونه رژیم‌های رطوبتی به مقدار کمی در اقالیم نیمه خشک نیز مشاهده می‌گردند به طوریکه دارای برخی مشخصات مشابه هستند که آنها را به صورت خشک نگه می‌دارند مانند سطوح سله بسته که سبب می‌شود نفوذپذیری خاک کم گردد یا اینکه خاکهای خیلی کم عمق بر روی سنگ بستر قرار گرفته باشد.

۳-۷-طبقه‌بندی استاندارد اراضی

از جمله مواردی که مورد بررسی قرار می گیرد اعلام انواع محدودیت های مرتبط با زراعتهای آبی است که در این راستا موارد مندرج در نشریه شماره ۲۰۵ مؤسسه تحقیقات خاک و آب معیارطبقه بندی است. طبقه‌بندی استاندارد اراضی، عبارت است از ارزیابی کیفی اراضی، بر اساس خصوصیات مختلف خاک و همچنین عوارض طبیعی منطقه که در نهایت، منجر به تعیین ارزش (کلاس) اراضی برای کشت گیاهان زراعی معمول، با استفاده از روش آبیاری ثقلی، می‌گردد.

از سوی دیگر، گسترش روزافزون به کارگیری سیستم‌های آبیاری تحت فشار، ضرورت طبقه‌بندی اراضی برای این منظور را الزامی نموده است. با توجه به عدم تدوین راهنمای استاندارد جامعی در این زمینه، طبقه‌بندی مذکور، با در نظر گرفتن اثر عوامل مورد نظر در نشریه فنی شماره ۲۰۵ براستفاده از سیستم‌های تحت فشار و تغییر درجات (کلاس‌های) تعیین شده برای آبیاری ثقلی و معادل‌سازی آن برای آبیاری تحت فشار، صورت پذیرفته گردیده است.

در این طبقه بندی و برای استفاده از آن پیش فرضهائی در نظر گرفته شده که عمده آنها عبارتند از :

– در این استاندارد فرض شده است که کمیت وکیفیت آب آبیاری محدودیتی ایجاد نمیکند.

– در این استاندارد محل اراضی به لحاظ دوری و نزدیکی به بازار مصرف به عنوان محدودیت بررسی نمیشود.

-در این استاندارد فرض بر سطح مدیریت استاندارد متوسط نسبتا بالا بوده، که با کمک سازمان های ترویجی فعالیت میکند.

- استاندارد طبقه بندی اراضی به طور عمده برای گیاهان معمول زراعی یکساله(غلات و محصولات صنعتی) و تحت آبیاری ثقلی تهیه شده است. این استاندارد برای گیاهان خاص مانند،برنج،چای،سبزیجات و درختان میوه که نیاز به وضعیت خاصی از اراضی و یا تکنیکهای مدیریتی خاص دارند تهیه نشده است. هر چند که در این طبقه بندی برای چنین محصولاتی که آبیاری تحت این شرایط را می طلبند کلاس IV به طور کلی در نظر گرفته شده، اما طبقه بندی خاصی به طور جداگانه برای چنین شرایطی در نظر گرفته نشده است.

۳-۷-۱- شرح کلی کلاس‌ها و تحت کلاس‌ها

در طبقه‌بندی اراضی، اثر عوامل مختلفی از قبیل قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی، میزان سنگریزه در خاک سطحی و تحتانی، میزان شوری و قلیائیت، نوع و عمق لایه محدود کننده و همچنین عوارض طبیعی از قبیل شیب، پستی و بلندی، فرسایش، سیل‌گیری، سطح آب زیرزمینی و وضعیت زهکشی به عنوان عوامل محدود کننده ونیز اثرگذار بر پتانسیل واستعداد اراضی برای آبیاری ثقلی، مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در نهایت منجر به تعیین کلاس و تحت کلاس اراضی می‌گردد.

بدین ترتیب، اراضی به شش کلاس به شرح زیر تقسیم می‌شوند :

اراضی کلاسI – قابل کشت و مرغوب برای آبیاری و کشاورزی که بر روی نقشه به رنگ زرد نشان داده می‌شود.

اراضی کلاسII- قابل کشت و مناسب برای آبیاری و کشاورزی که دارای اشکالات و یا محدودیت‌های کمی است و بر روی نقشه به رنگ سبز نشان داده می‌شود.

اراضی کلاسIII- قابل کشت برای زراعتهای آبی که دارای اشکالات و محدودیت‌های متوسطی می‌باشند و بر روی نقشه به رنگ آبی نشان داده می‌شود.

اراضی کلاسIV- فقط در شرایط بخصوص قابل آبیاری است و بر روی نقشه به رنگ قهوه‌ای نشان داده می‌شود.

اراضی کلاسV- قابلیت آبیاری این اراضی در حال حاضر تعیین نشده و برای آبیاری دارای اشکالات و محدودیت‌های زیادی است و احتیاج به مطالعات بیشتر و دقیقتری برای رفع اشکالات و تعیین قطعی درجه اراضی دارد و بر روی نقشه به رنگ صورتی نشان داده می‌شود.

اراضی کلاسVI- اراضی غیر قابل کشت که به علت وجود اشکالات و محدودیت‌های بسیار زیاد در شرایط موجود قابل آبیاری و کشاورزی نیست و در روی نقشه به رنگ ارغوانی نشان داده می‌شود.

به استثناء اراضی درجه I که دارای هیچگونه محدودیت زراعی نیست، بقیه کلاس ها بر حسب محدودیت‌هایی که دارند، به چند تحت کلاس تقسیم می‌شوند که علائم هر یک به شرح زیر می‌باشد:

S-بیانگر محدودیت های مربوط به خصوصیات ذاتی خاک یعنی قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی، میزان سنگریزه و قلوه سنگ خاک سطحی و زیرین و عمق مؤثر خاک است.

A- معرف محدودیت های ناشی از شوری و قلیائیت خاک است.

T- معرف محدودیت های خاک و اراضی از نظر وضعیت پستی و بلندی، شیب، فرسایش آبی و بادی می باشد.

W- معرف محدودیت های ناشی از زهکشی را که شامل آب زیرزمینی، وضع زهکشی، سیلگیری و ماندابی می باشد.

هر یک از محدودیت های چهارگانه فوق، کلیه عوامل فیزیکی و عوارض طبیعی که در تعیین کلاس اراضی دخالت دارند را در برگرفته است. این عوامل در ابتدابه طور جداگانه درجه‌بندی شده و در مرحله بعد بر

اساس درجات داده شده به عوامل مذکور، کلاس هر یک از محدودیت‌ها، تعیین می‌گردد که بیانگر اثر متقابل عوامل دسته‌بندی شده در محدودیت مورد نظر است. در مرحله آخر، کلاس و تحت کلاس اراضی بر اساس بزرگترین عامل محدود کننده تعیین می‌گردد.

۳-۷-۲- محدودیت‌های اراضی در منطقه

عوامل مختلف دخیل در طبقه‌بندی اراضی که در قالب محدودیت‌های چهارگانه دسته‌بندی گردیده، به صورت علائم استاندارد، به همراه کلاس و تحت کلاس اراضی، نمایش داده می‌شوند.

در این قسمت، محدودیت‌های اراضی به همراه عوامل محدودکننده مشاهده شده در کل محدوده مطالعات، که منجر به تعیین کلاس و تحت کلاس های اراضی گردیده است، به اختصار توصیف می‌گردد.

محدودیت‌های ناشی از خصوصیات خاک**(S)**

مهمترین عوامل محدود کننده که منجر به ایجاد محدودیت خصوصیات خاک در منطقه می گردند، عبارتند از :

الف)محدودیت بافت خاک سطحی

خاک سطحی اراضی منطقه شامل بافتهای متوسط M و سنگین Hمی باشد. بافت های مذکور، هیچگونه محدودیتی برای خاک ایجاد نمی‌نمایند و در نتیجه اراضی را در کلاس I قرار می دهند.

ب)محدودیت قابلیت نفوذ خاک‌زیرین

این درجه‌بندی براساس کلاس بافت سنگین‌ترین طبقه تحت‌الارضی (عمق ۰/۲ تا ۱/۲ متر) صورت گرفته ودر منطقه طرح، شاملاراضی با قابلیت نفوذ زیرین آهسته 4، متوسط 3 و سریع 2 می باشد. اراضی با

قابلیت نفوذ متوسط، بدون محدودیت بوده ودر کلاسI قرار مـی گیرنـد. همچنـین قابلیـت نفـوذ آهسـته وسریع، اراضی را در کلاسIIقرار می‌دهند.

ج)محدودیت‌های ناشی از وجود سنگ در خاک‌زیرین

میزان سنگ در خاک‌زیرین، برحسب درصد حجمی موادسنگی درشت کهبین اعماق ۰/۲ متر تـا ۰/۸ متـر یافت می‌شوند، درجه‌بندی می‌گردد. براین‌اساس هر گاه حجم موادسـنگی درشـت بـین ۱۵ تـا ۳۵ درصـد باشد (با علامت g) حداکثر کلاس اراضی II وهرگاه بین ۳۵ تـا ۷۵ درصـد باشـد (بـا علامـت G) حـداکثر کلاس اراضی IIIخواهد بود.

د)محدودیت‌های ناشی از عمق خاک

این درجه‌بندی براساس ضخامت خاک و نوع لایه محدودکننده صورت می پذیرد. لایـه‌های محدودکننـده عبارتند از :

- لایه محدود کننده سنگدانه ای متشکل از حداقل ۷۵٪ سنگدانه و شن درشت غیرمنسجمبا ضخامت ۳۰ سانتی‌متر Z .

- لایه محدودکننده شبه سنگی (Paralithic) شامل مواد سخت و یکپارچه P .

- لایه محدودکننده سنگی شامل مواد سخت و منسجم و هواندیده L .

وجود لایه های مذکور در اعمـاق ۲۵-۱۰ سـانتی‌متر، ۵۰-۲۵ سـانتی‌متر، ۸۰-۵۰ سـانتی‌متر و ۱۲۰-۸۰ سانتی‌متر که به ترتیب با اعداد 1 ، 2 ، 3 و 4 نمـایش داده میشـود بررسـی شـده و در صـورت وجـود ،در فرمول طبقه بندی ارائه می گردد.

لازم به ذکر است که طبق تعریف (Key To Soil Taxonomy -2010) ،لایه محدود کننده شبه سنگی(Paralithic) ، لایه‌ای متشکل از مواد سنگی با ترکیب بالنسبه ثابت، قطر بیش از ۲ میلی‌متر، حالت سیمانی ضعیف تا نسبتاً سیمانی و مقاوم به گسیختگی می باشد و معمولاً، سنگ بسترهایی که به طور اندک هوادیده اند و ساختاری یکپارچه و ضعیف دارند را شامل می‌گردد. سیمانی شدن، وزن مخصوص ظاهری و ساختار مواد شبه سنگی (Paralithic) به گونه‌ای است که ریشه گیاهان، به جز درز و شکاف‌ها، قادر به نفوذ به داخل آن نمی‌باشد .

سطح فوقانی مواد شبه سنگی (Paralithic Contact) ، مرز زیرین خاک ودر واقع سطح جدا کننده خاک از " مواد شبه سنگی زیرین " را تشکیل می دهد ، با این مشخصه که در محل این سطح ، مواد شبه سنگی فاقد درز و ترک و فضاهایی است که ریشه ها بتوانند بیش تر از ۱۰ سانتی‌متر در آن نفوذ کنند. مطابق تعریف فوق، که منطبق با تعریف ارائه شده در نشریه فنی شماره ۲۰۵ مؤسسه تحقیقات خاک و آب نیز می باشد، موادی از قبیل Sandstone ، Siltstone ، شیل و مارن‌های گچی و آهکی نرم وهوادیده جزء مواد شبه سنگی محسوب می گردند.

ه)محدودیت‌های ناشی از شوری و قلیائیت (A)

تقسیم بندی های تحت کلاسهای شوری و قلیائیت به شرح زیر می باشد

- میانگین شوری خاک بین ۸-۴ دسی زیمنس بر متر(*S1*)- شوری کم

- میانگین شوری خاک بین ۱۶-۸ دسی زیمنس بر متر(*S2*)- شوری متوسط

- میانگین شوری خاک بین ۳۲-۱۶ دسی زیمنس بر متر(*S3*)- شوری زیاد

- میانگین شوری خاک بیشتر از ۳۲ دسی زیمنس بر متر(*S4*)- شوری بسیار زیاد

- حداکثر *SAR* در ۷۵ سانتی متری خاک سطحی بین ۱۳-۸- قلیائیت کم

- حداکثر *SAR* در ۷۵ سانتی متری خاک سطحی بین ۳۰-۱۳-قلیائیت متوسط

- حداکثر *SAR* در ۷۵ سانتی متری خاک سطحی بین ۷۰-۳۰-قلیائیت زیاد

- حداکثر *SAR* در ۷۵ سانتی متری خاک سطحی بیشتر از ۷۰-قلیائیت بسیار زیاد

و)محدودیت‌های ناشی از توپوگرافی(T)

مهمترین عوامل محدود کننده اراضی که محدودیت های توپوگرافیک را موجب می گردند، عبارتند از :

۱- شیب اراضی

برای تعیین حداکثر کلاس شیب اراضی از ترکیب تاثیر همزمان شیب های اصلی وجانبی استفاده به عمل می آید.

- شیب اصلی (کلی)

درجات مختلف شیب اصلی اراضی در منطقه عبارتند از :

اراضی صاف تا با شیب خیلی ملایم، شیب ۰ تا ۲ درصد (A)، حداکثر کلاس اراضی I

اراضی با شیب ملایم، بین ۲ تا ۵ درصد (B)، حداکثر کلاس اراضی II

اراضی شیب‌دار، بین ۵ تا ۸ درصد (C)، حداکثر کلاس اراضی III

اراضی خیلی شیب‌دار، بین ۸ تا ۱۲ درصد (D)، حداکثر کلاس اراضی IV

اراضی باشیب نسبتاً تند، بین ۱۲ تا ۲۵ درصد (E)، حداکثر کلاس اراضی IV-VI

اراضی با شیب تند بین ۲۵ تا ۴۰ درصد (F) و حداکثر کلاس اراضی VI

- شیب جانبی

به غیر از اراضی با شیب جانبی کمتر از ۱ درصد (بدون علامت) و اراضی با شیب جانبی ۱ تا ۲ درصد (باعلامت a)، درجات شیب جانبی مشابه شیب اصلی می باشد.

۲- پستی و بلندی‌های کوچک(**Microrelief**)

درجات مختلف پستی وبلندی های کوچک اراضی به طور کلی شامل موارد زیر می باشد :

اراضی بدون میکرورلیف و یا خیلی جزئی، حداکثر کلاس اراضی I

اراضی با میکرورلیف جزئی، علامت 1حداکثر کلاس اراضی II

اراضی با میکرورلیف متوسط، علامت 2 حداکثر کلاس اراضی III

اراضی با میکرورلیف زیاد، علامت 3 حداکثر کلاس اراضی IV

۳- فرسایش آبی

درجات مختلف فرسایش آبی در اراضی عبارت است از :

اراضی بدون فرسایش آبی ظاهری، علامت E_0، حداکثر کلاس اراضی I

اراضی با فرسایش جزئی آبی، علامتE_1،حداکثر کلاس اراضی II

اراضی با فرسایش متوسط آبی، علامتE_2، حداکثر کلاس اراضی III

ز)محدودیت‌های ناشی از زهکشی(W)

مهمترین عوامل محدود کننده اراضی که محدودیت های زهکشی را در محدوده طرح موجب مـی گردنـد عبارتند از :

ح) محدودیت‌های ناشی از وجود سطح آب زیرزمینی

محدودیت متوسط آب زیرزمینی با علامت (W_2)، عمق آب زیرزمینـی بـین ۱/۲ و ۲ متروحـداکثر کـلاس اراضی III

محدودیت کم آب زیرزمینی با علامت (W1)، عمق آب زیرزمینی بین ۲ و ۳ متروحداکثر کلاس اراضی II

۳-۸- کلاس ها و تحت کلاس های طبقه‌بندی اراضی در منطقه

طبقه بندی اراضی روشی است مبتنی بر تفسیر مطالعات خاکشناسی که بنابرآن اراضی در گروههای مختلف که هرکدام معرف سطح معینی از مرغوبیت اراضی به لحاظ زراعت آبی می باشند قرار داده می‌شوند.

۳-۸-۱- طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری ثقلی

این طبقه‌بندی برابر اصول مندرج در فصل دوم نشریه شماره ۲۰۵ و با رعایت پیش فرض‌های مشروحه زیر صورت پذیرفته است.

- هزینه تهیه و انتقال آب از مبداء تا مزرعه منظور نشده است.
- طبقه‌بندی صرفاً برای آبیاری ثقلی صورت گرفته است.
- طبقه‌بندی جهت گیاهان زراعی متداول انجام گرفته و شامل گیاهان خاص نمی‌باشد.
- مدیریت طرح در سطح قابل قبولی پیش‌بینی گردیده است.

۳-۹-تراوش‌پذیری خاک سطحی(Infiltration Rate)

این آزمون با استفاده از روش استوانه مضاعف صورت می پذیرد.محل انجام هر آزمون معمولا در نزدیکی یا مجاورت پروفیل شاهد انتخاب می شود. انجام آزمایش در خاکهای سله بسته توصیه نمی‌شود و در انتخاب مکان آزمایش، می بایستی موارد دیگری همچون محل عبور ماشین‌آلات و راههای مالرو مورد توجه قرار گرفته و از انجام آزمایش در این گونه نقاط اجتناب گردد. برای انجام آزمایشات نفوذپذیری از مجموع سیزده سری و حالت‌های مختلف آن ۱۳ نقطه در مجاورت پروفیلهای شاهد و واحدهای مجزاشده آنها انتخاب شده و با استفاده از روش استوانه‌ی مضاعف (Double Ring) تراوش‌پذیری خاک سطحی با سه تکرار اندازه‌گیری شده است.

خلاصه نتایج آزمایشات اندازه‌گیری نفوذپذیری سطحی خاک در جدول ۴-۱۶ارائه شده است.

۳-۱۰-شوری و قلیائیت

شوری خاک یکی از عوامل محدود کننده رشد گیاهان به حساب آمده و بر اثر تجمع املاح در خاک ایجاد می‌گردد. در مناطقی که میزان بارش در آنها برای نیازهای تبخیر و تعرق گیاهان کافی نیست، نمک از خاک آبشویی نمی‌شود و در مقادیر مضر برای گیاهان در خاکها تجمع می‌یابد.منابع اصلی شوری خاک را تخریب کانی‌های خاک بارش و نمک‌های فسیل تشکیل می‌دهند. فعالیت بشر از قبیل آبیاری و استفاده از آبهای کاملاً شور یا مواد زائد صنعتی نیز باعث افزایش نمک در خاک می‌شود. شوری و قلیائیت در قسمتهایی از اراضی به خصوص اراضی پست دشت رسوبی و اراضی که تحت سیلابهای رودخانه کرخه بوده اند جزو محدودیت های مهم محسوب میگردد. این محدودیت به طور کلی جزو محدودیت های قابل اصلاح خاک محسوب میشود . در این مبحث به طور جدا گانه به این محدودیت پرداخته شده است. تقسیم بندی های تحت کلاسهای شوری و قلیائیت ارائه شده در راهنمای طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری ایران در زیر آورده شده است.

تحت کلاسهای شوری و قلیائیت بر اساس شدت آن به پنج زیر کلاس مطابق جداول ۳-۲ و ۳-۳ تقسیم می شود:

جدول(۳-۲): استاندارد طبقه‌بندی خاک از نظر شوری بر اساس نشریه ۲۰۵

علامت	هدایت الکتریکی عصاره‌اشباع خاک بر حسب دسی‌زیمنس بر متر	شرح
S0	*<4*	بدون شوری
S1	*4-8*	شوری کم
S2	*8-16*	شوری متوسط
S3	*16-32*	شوری زیاد
S4	*>32*	شوری خیلی زیاد

جدول(۳-۳): استاندارد طبقه‌بندی خاک از نظر قلیائیت بر اساس نشریه ۲۰۵

علامت	نسبت جذب‌سدیم SAR	درصد سدیم قابل تبادل ESP	شرح
-	*<8*	*<10*	بدون قلیائیت
A1	*8-13*	*10-15*	قلیائیت کم
A2	*13-30*	*15-30*	قلیائیت متوسط
A3	*30-70*	*30-50*	قلیائیت زیاد
A4	*>70*	*>50*	قلیائیت خیلی زیاد

۳-۱۱-تجزیه‌های آزمایشگاهی

نمونه‌های خاک برداشت شده پس از انتقال به آزمایشگاه و هواخشک شدن از الک ۲میلیمتری عبور داده شده و پس از طی مراحل آماده‌سازی مورد آنالیز قرار می‌گیرند. تجزیه فیزیکوشیمیایی نمونه خاک‌ها اعم از آزمایشات اولیه و آزمون‌های کامل نمونه خاک‌ها در آزمایشگاه براساس روش‌های استاندارد جهانی به شرح زیر انجام پذیرفته است :

- اسیدیته خاک (pH): با استفاده از روش الکترود شیشه در گل اشباع

- درصد رطوبت اشباع: به روش وزنی و آون

- قابلیت هدایت الکتریکی: استفاده از دستگاه الکتروکنداکتیومتر بر روی عصاره گل اشباع

- کربن آلی: روش سوزانیدن‌تر (Wet Ashing)

- بافت خاک: به روش هیدرومتری

- کربنات کلسیم: با تعیین پارامتر T.N.V به روش تیتراسیون

- سولفات کلسیم: روش استون

- فسفر قابل جذب: به روش السن

- ازت کل: به روش کجلدال

- اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم: روش کمپلکسومتری با EDTA

- سدیم و پتاسیم: روش فلیم فتومتری

کربنات‌ها و بیکربنات‌ها: تیتراسیون با اسید سولفوریک در مجاورت فنل فتالئین و متیل اورانژ

کلر: تیتراسیون با نیترات نقره با اندیکاتور کرومات پتاسیم (CrO_4K_2)

سولفات: استفاده از روش استون

۳-۱۲-پهنه بندی گچ

۳-۱۲-۱- درونیابی با کریجینگ

درونیابی با کریجینگ و ادغام آنها توسط روش های آمار مکانی و سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در خاکشناسی نقش ویژه ای یافته است. لذا خاکشناسان برای تهیه این نقشه ها از روش های دورن یابی بهره می‌برند. روش کریجینگ از جمله مدل های پرطرفدار در این زمینه می باشد. از آنجایی که این روش تفاوت های عمده ای با سایر روش ها دارد؛ بنابراین در مدل کریجینگ در درون یابی مورد بررسی و نقد قرارگرفته‌است.

از نتایج به دست آمده مشخص شد، با اینکه این مدل از دقت بالایی برخوردار است، اما در اکثر تحلیل های خاکشناسی نتایجی دور از واقعیت می دهد؛ ضمن آنکه به ساختار فضایی نقاط نمونه برداری وابسته است و تحت تاثیر دامنه تغییرات نمونه ها می باشد. ویژگی های دیگر آن از جمله هموارسازی، جمع پذیری و مطلق بودن نیز محدودیت هایی را در تحلیل های خاکشناسی ایجاد می کند.

این روش مهمترین و گسترده ترین روش درون یابی است که برپایه مدل ها و روابط آماری پایه ریزی شده است.لایه رستری تولید شده از این روش،سطحی بسیار دقیق را نمایش میدهد. این روش در مورد مناطق کوهستانی بهترین و دقیق ترین خروجی را تولید میکند. روش Kriging بر خلاف روش IDW که یک روش درون یابی محلی است،روش جهانی است.به این معنا که در این روش تمام مشاهدات منطقه مورد نظر مورد استفاده قرار میگیرد.

تهیه نقشه های پراکندگی

روش‌های Kriging عبارتند از :

۱. روش Ordinary (محلی)

۲. روش Universal (جهانی).

تفاوت دو متد در بالا ذکر شد ولی استفاده از گزینه اول رایج تر است و معمولا این گزبنه به عنوان پیش فرض نرم افزار میباشد.

مدل های آماری Kriging نیز عبارتند از :

۱. مدل کروی (Spherical)
۲. مدل دایره ای (Circular)
۳. مدل نمایی (Exponential)
۴. مدل حذفی گاوس (Gaussian)
۵. مدل خطی (Linear)

متداول ترین مدلها،مدل خطی و کروی است

۳-۱۳-هوش مصنوعی

۳-۱۳-۱- شبکه عصبی مصنوعی[۲] (ANN)

شبکه عصبی مصنوعی یک سامانه پردازشی داده‌ها است که از مغز انسان ایده گرفته و پردازش داده‌ها را به عهده‌ی پردازنده‌های کوچک و بسیار زیادی سپرده که به‌صورت شبکه‌ای به هم پیوسته و موازی با یکدیگر رفتار می‌کنند تا یک مسئله را حل نمایند. در این شبکه‌ها به کمک دانش برنامه‌نویسی، ساختار داده‌ای طراحی می‌شود که می‌تواند همانند نرون عمل کند. که به این ساختارداده گره[۳] گفته می‌شود. بعد باایجاد شبکه‌ای بین این گره‌ها و اعمال یک الگوریتم آموزشی به آن، شبکه را آموزش می‌دهند.این مدل با

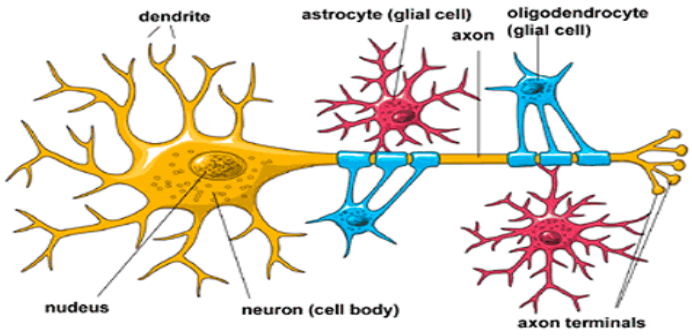
2-Artificial Neural Network
3- node

تجزیه و تحلیل داده‌های ورودی ارتباطی منطقی بین داده‌ها برقرار می‌کند که ممکن است غیرخطی و نامشخص باشد، سپس با استفاده از این ارتباط منطقی کار شبیه‌سازی را برای موارد احتمالی مشابه انجام می‌دهد.

۳-۱۳-۲- شبکه‌های عصبی بیولوژیکی

به منظور روشن شدن مهم‌ترین خصوصیات شبکه‌های عصبی، مختصری از مشخصات نرون‌های بیولوژیکی در این جا مطرح می‌گردد.

همانطور که شکل ۳-۱، نشان می‌دهند یک نرون بیولوژیکی دارای سه جزء دندریت[۴]، سوما[۵] و آکسون[۶] است که شناخت آنها در درک مفاهیم شبکه‌های عصبی مصنوعی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.



شکل(۳-۳): نمایش یک نرون زیستی

تعداد زیادی دندریت علائم را از سایر نرون‌ها دریافت می‌دارند. علائم، پالس‌های الکتریکی هستند که از طریق واکنش‌های شیمیایی فضای بین سلولی انتقال می‌یابد. انتقال دهنده‌های شیمیایی، علائم دریافتی را اصلاح می‌نمایند (عموماً با مقیاس نمودن فرکانس علائم دریافتی).

همانند عملگر Σ در شبکه های عصبی مصنوعی، سوما علائم ورودی را جمع می‌نماید (کاوه و ایران‌منش، ۱۳۷۸).

4- Dendrite
5- Soma or cell body
6- Axon

اگر این مقدار مجموع ورودی‌ها از یک حد آستانه فراتر رود، در آن صورت پردازشگر فعال می‌شود، بدین معنی که از طریق آکسون علائمی را به سلول بعدی انتقال می‌دهد(کاوه و ایران‌منش، ۱۳۷۸).

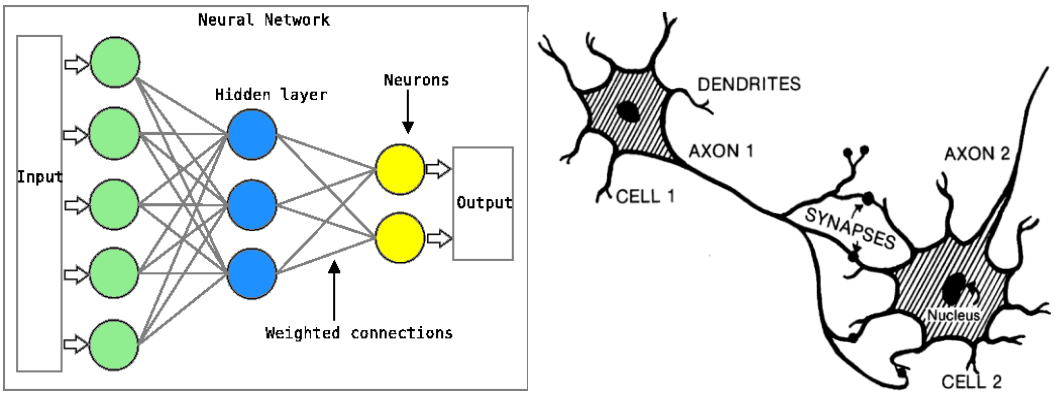
بر اساس مشخصات یک نرون بیولوژیکی، خصوصیات یک پردازشگر عصبی مصنوعی به شرح زیر تعریف گردیده است:

۱. هر پردازشگر علائم متعددی را دریافت می‌نماید.
۲. علائم دریافتی با اعمال وزن معین می‌گردند.
۳. ورودی‌هایی که بر آنها وزن اعمال شده است در واحد پردازشگر جمع می‌شوند.
۴. در شرایط ویژه‌ای (اگر ورودی‌ها به اندازه کافی بزرگ باشند) واحد پردازشگر علائم را به خارج انتقال می‌دهد.

خروجی از یک پردازشگر ممکن است به تعداد زیادی واحد پردازشگر دیگر انتقال یابد. (کاوه و ایران-منش، ۱۳۷۸).

جدول(۳-۴)تناظر بین شبکه عصبی زیستی و شبکه عصبی مصنوعی را نشان می‌دهد که بیانگر تشابه قابل ملاحظه بین این دو شبکه عصبی می‌باشد.

Biological Neural Network (شبکه عصبی زیستی)	**Artificial Neural Network** (شبکه عصبی مصنوعی)
Soma (سوما)	Neuron (یاخته عصبی)
Dendrite (شاخ های عصبی)	Input (ورودی)
Axon (آکسون)	Output (خروجی)
Synapse (محل تماس دو عصب)	Weight (وزن)



شکل(۳-۴): شبکه عصبی زیستی و شبکه عصبی مصنوعی

یکی دیگر از خصوصیات مهمی که شبکه‌های عصبی مصنوعی را با شبکه‌های بیولوژیکی شبیه ساخته است تحمل خطا می‌باشد. اولاً ما قادر هستیم اطلاعات جدیدی را که از اطلاعات قبلی متفاوت است تشخیص دهیم. به عنوان مثال قادر هستیم از روی عکس شخصی، تشخیص دهیم که او را تاکنون ندیده-ایم و یا اینکه شخصی را که بعد از مدت زمان طولانی ندیده‌ایم شناسایی نماییم. ثانیاً ما قادر به تحمل ضایعه در خود شبکه عصبی هستیم. انسان‌ها با شبکه عصبی مشتمل بر یکصد میلیارد نرون عصبی متولد می‌گردند. اکثراً این نرون‌ها در مغز هستند و اکثر آنها پس از مرگشان جانشین نمی‌گردند. اما علی‌رغم از دست دادن متوالی نرون‌ها ما به طور دائم آموزش می‌بینیم و سایر نرون‌ها می‌توانند در بسیاری از موارد آموزش دیده و جای نرون‌های از بین رفته را پر نمایند. بطور مشابهی شبکه‌های عصبی را می‌توان طوری طراحی نمود که نسبت به ضایعات مختصر در شبکه، چون از بین رفتن بعضی اطلاعات و یا بعضی ارتباط-ها زیاد حساس نباشند.

اصولاً حتی اگر در طراحی یک شبکه مصنوعی رسیدن به شرایط مشابه یک شبکه عصبی بیولوژیکی موردنظر نباشد، معهذا اعمال چنین شرایطی قدرت محاسباتی شبکه را افزایش می‌دهد. بعنوان مثال در شبکه عصبی مصنوعی انتشار برگشتی، تقسیم وظیفه شبکه به وظایف جزئی‌تر موجب افزایش شباهت

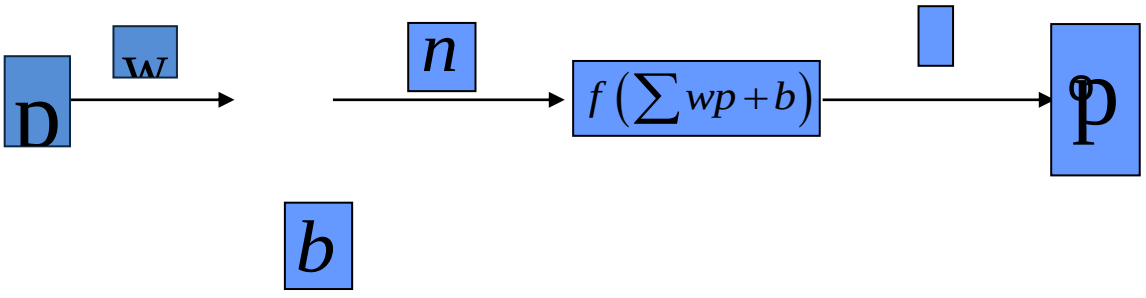
شبکه به شبکه‌های بیولوژیکی گردیده و قدرت محاسباتی شبکه افزایش می‌یابد (کاوه و ایران‌منش، ۱۳۷۸).

۳-۱۳-۳- ساختار شبکه عصبی مصنوعی

۳-۱۳-۳-۱- نرون مصنوعی

برای نرون مصنوعی نیز اجزای اصلی نرون‌های زیستی در نظر گرفته شده است. نرون‌ها یکسری ورودی (p) را از مسیرهای مختلف دریافت می‌کنند و وزن‌های نرون (W) در هر مسیر بر ورودی‌ها تاثیر گذاشته و به همراه یک مقدار آستانه یا بایاس[۷](b) به عملگر سلول وارد می‌شود. سلول شبکه عصبی با توجه به نوع تابع تعریف شده مقداری را تولید می‌کند که به سلول یا سلول‌های دیگر یا خروجی شبکه ارائه می‌شود. که نوع تابع و روابط بین ورودی‌ها با توجه به نوع سلول و ساختار تعریف می‌شود (منهاج، ۱۳۸۱).

شکل ۳-۳ یک نرون پرسپترون را نشان می‌دهد که در آن ورودی‌های شبکه (p)در وزن‌ها ضرب شده و با بردار بایاس جمع می‌شود، سپس مقدار آنها به تابع f داده شده و خروجی مورد نظر شبکه (y)تولید می-گردد.



شکل(۳-۵): مدل ریاضی یک نرون مصنوعی

7- Bias

بدین ترتیب خروجی نرون با معادله زیر تعریف می‌شود:

$$y = f(\bar{P} \times \bar{W} + b) \quad (۱-۳)$$

$$y = f[\sum_{i=1}^{n} P_i \times W_i + b] \quad (۲-۳)$$

که $\bar{W}$ بردار وزن، $\bar{P}$ بردار ورودی به نرون،b وزن بردار بایاس و y خروجی نرون می‌باشد. P_iو W_i به ترتیب ورودی iام و وزن ورودی iام به نرون می‌باشد.

لازم به ذکر است که یک نرون یا یک لایه به تنهایی قابلیت بسیار کم یا ضعیفی دارد ولی از قرار گرفتن تعدادی از آنها در یک لایه و لایه‌ها در کنار هم توانایی بسیار پیچیده‌ای از خود نشان می‌دهد (منهاج، ۱۳۸۱).

۳-۱۳-۳-۲- لایه[8]

یک لایه از یک یا چند سلول (نرون) تشکیل می‌شود. سلول‌های قرار گرفته در یک لایه دارای تابع آستانه (تابع محرک[9]) یکسان می‌باشند و می‌توان برای هر لایه یک تابع آستانه دلخواه انتخاب کرد. همچنین تابع آموزش برای تمام سلول‌های هر لایه یکسان بوده و می‌توان برای هر لایه‌ای تابع آموزش دلخواه در نظر گرفت. مهمترین خصوصیت سلول‌های یک لایه این است که محاسبات آنها همزمان انجام می‌شود یا به عبارت دیگر ابتدا محاسبات مربوط به یک لایه به طور کامل انجام می‌پذیرد و پس از آن محاسبات لایه بعدی انجام می‌شود که نتایج آن در محاسبات لایه بعد موثر خواهد بود. معمولاً لایه‌ای که خروجی آن خروجی نهایی شبکه باشد، به لایه خروجی[10] موسوم است و لایه‌های دیگر، لایه‌های میانی[11] نامیده می‌شوند.

8-Layer
9-Activation function
10- Output Layer
11-Hidden Layer

۳-۱۳-۳-۳- وزن[۱۲]

این ضریب تعیین می‌کند که اهمیت و ارزش اطلاعاتی که به نرون می‌رسد، چقدر است. مسلماً اگر یکی از اطلاعات ورودی اهمیت زیادی در روند یادگیری شبکه داشته باشد. اهمیت و وزن زیادی را به خود اختصاص می‌دهد و برعکس.

وزن‌ها نیز می‌توانند مقادیری حقیقی و یا دو حالته باشند اما معمولاً اعداد حقیقی با مقادیر مثبت برای اتصال‌های محرک و مقادیر منفی برای اتصال‌های بازدارنده در نظر گرفته می‌شود.

۳-۱۳-۳-۴- حافظه

در شبکه‌های عصبی مصنوعی مفهوم حافظه به صورت مقادیر اتصال موجود بین نرون‌ها یا همان وزن‌ها تعریف می‌شود و آموزش در حقیقت روندی است که در آن وزن بین اتصالات نرون‌ها تغییر می‌کند تا به یک نتیجه مشخص و مطلوب برسد و یادگیری پایانی در روند آموزش است و در این حالت وزن بین اتصالات تثبیت می‌شود.

۳-۱۳-۳-۴- توابع محرک

نرون‌ها می‌توانند از توابع محرک متفاوتی جهت تولید خروجی استفاده کنند. نرم افزار Qnet 2000 که به منظور مدل‌سازی در این تحقیق استفاده گردید دارای چهار تابع انتقال سیگموئید[۱۳]، گوسین[۱۴]، تانژانت هایپربولیک[۱۵] و سکانت هایپربولیک[۱۶]می‌باشد.

۱-تابع محرک سیگموئید

12-Weight
13- Sigmoid
14-Gaussian
15-Hyperbolic Tangent
16- Hyperbolic Secant

از بینتوابع موجود در نرم‌افزار Qnet 2000 تابع سیگموئید، تابع پیش فرض می‌باشد و بطور وسیعی در شبکه‌های عصبی انتشار برگشتی کاربرد دارد. این تابع همچنین مقادیر ورودی را بین صفر و یک محدود می‌کند با این تفاوت که میزان تغییرات آن غیر خطی است. مزیت این تابع در عملکرد آن با ورودی‌های بزرگ ویا کوچک است. هنگامی که مقادیر ورودی به سمت اعداد منفی بزرگ میل کند مقدار صفر و هنگامی که مقادیر ورودی به سمت صفر میل کند مقدار تابع به سمت ۰/۵ و هنگامی که مقادیر ورودی به سمت مقادیر مثبت بزرگ میل کند مقدار تابع به سمت یک میل خواهد کرد. رفتار این تابع در شکل (۳-۶) نشان داده شده است و به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود (راهنمای نرم‌افزار Qnet 2000):

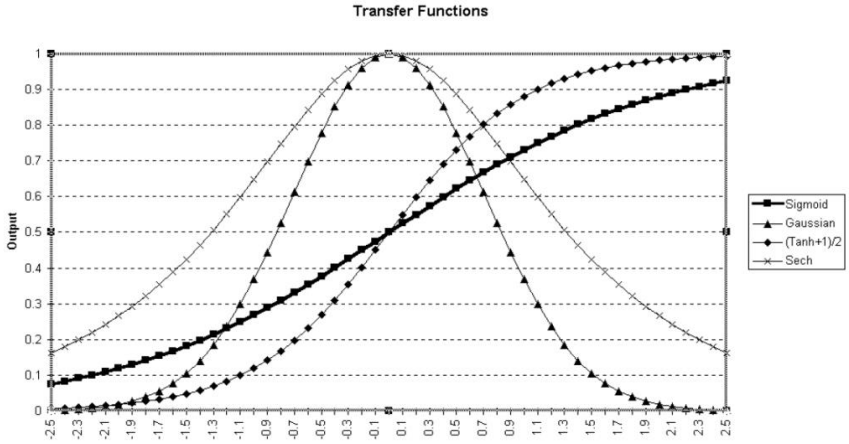
$$f(n) = sig(n) = \frac{1}{1+e^{-n}} \quad (۳-۳)$$

۲-تابع محرک تانژانت هیپربولیک

تابع محرک دیگر که اغلب توسط بیولوژیست‌ها به عنوان مدل ریاضی از تحریک سلول عصبی مورد استفاده قرار می‌گیرد، تابع تانژانت هیپربولیک است که از نظر شکل شبیه تابع منطقی است:

$$f(n) = tanh(n) = \frac{e^{n}-e^{-n}}{e^{n}+e^{-n}} \quad (۳-۴)$$

توابع هیپربولیک قرین با سیگموئید و گوسین، به ترتیب توابع تانژانت هیپربولیک و سکانت هیپربولیک هستند. توابع انتقال سیگموئید، گوسین، تانژانت هیپربولیک وسکانت هیپربولیک سیگنال خروجی که توسط هر گره ساخته شده است رابهنجار می نماید.شکل ۳-۴ رفتار هر تابع را نشان می‌دهد.



شکل (۳-۶) : رفتار توابع محرک مختلف (راهنمای نرم افزار Qnet2000)

۳-۱۳-۴- توانایی‌های شبکه عصبی

۳-۱۳-۴-۱- قابلیت یادگیری

نرون یک دستگاه غیرخطی است و در نتیجه یک شبکه عصبی که از اجتماع این نرون‌ها تشکیل می‌شود نیز یک سیستم کاملاً پیچیده و غیرخطی خواهد بود. به علاوه خاصیت غیرخطی عناصر پردازش، در کل شبکه توزیع می‌گردد. پیاده‌سازی یک سیستم با یک نگاشت غیرخطی ویا خطی پیچیده به وسیله یک الگوریتم معمولی و بدون قابلیت یادگیری نیاز به دقت و مراقبت زیادی دارد. در چنین حالتی سیستمی که بتواند خود این رابطه را استخراج کند، بسیار سودمند به نظر می‌رسد. خصوصاً افزودن مثال‌های احتمالی در آینده به یک سیستم با قابلیت یادگیری، به مراتب آسان‌تر از انجام آن در یک سیستم بدون چنین قابلیتی است. قابلیت یادگیری یعنی توانایی تنظیم پارامترهای شبکه (وزن‌های سیناپسی)، هنگامی که محیط شبکه تغییر می‌کند و شبکه شرایط جدید را تجربه می‌کند. با این هدف که اگر شبکه برای یک وضعیت خاص آموزش دید و تغییر کوچکی در شرایط محیطی آن (وضعیت خاص) رخ داد، شبکه بتواند با آموزش مختصر برای شرایط جدید کارآمد باشد. دیگر اینکه اطلاعات در شبکه‌های عصبی در سیناپس‌ها

ذخیره می‌گردد و هر نرون در شبکه به صورت بالقوه از کل فعالیت سایر نرون‌ها متأثر می‌شود. در نتیجه اطلاعات از نوع مجزا از هم نبوده بلکه متأثر از کل شبکه است.

آنچه که شبکه عصبی فرا می‌گیرد (اطلاعات و یا دانش)، در وزن‌های سیناپسی مستتر می‌باشد. رابطه‌ی یک به یک بین ورودی‌ها و وزن‌های سیناپسی وجود ندارد. می‌توان گفت که هر وزن سیناپسی مربوط به همه‌ی ورودی‌ها است ولی به هیچ یک از آنها به طور منفرد و مجزا مربوط نیست. به عبارت دیگر هر نرون در شبکه، از کل فعالیت سایر نرون‌ها متأثر می‌باشد. در نتیجه اطلاعات توسط شبکه‌های عصبی پردازش می‌شوند. براین اساس، چنانچه بخشی از سلول‌های شبکه حذف شوند و یا عملکرد غلط داشته باشند باز هم احتمال رسیدن به پاسخ صحیح وجود دارد. اگر چه این احتمال برای تمام ورودی‌ها کاهش یافته، ولی برای هیچ یک از بین نرفته است (منهاج، ۱۳۸۱).

۳-۱۳-۴-۲- قابلیت تعمیم‌دهی

پس از این که داده‌های اولیه به شبکه آموزش داده شد، شبکه می‌تواند در مقابل داده‌های آموزش داده نشده قرار گیرد و یک خروجی مناسب ارائه نماید. این خروجی بر اساس یک مکانیزم تعمیم که همان درون یابی است، بدست می‌آید. به عبارت روشن‌تر، شبکه تابع نگاشت بین دسته‌های ورودی و خروجی را بدون اینکه دقیقاً بداند چیست، یاد می‌گیرد و الگوریتم را می‌آموزد و یا رابطه تحلیلی مناسب را برای تعدادی نقاط در فضا بدست می‌آورد (منهاج، ۱۳۸۱).

۳-۱۳-۴-۳- مقاوم بودن شبکه در مقابل خطا

در یک شبکه عصبی مصنوعی هر سلول به طور مستقل عمل می‌کند و رفتار کلی شبکه برآیند رفتارهای محلی سلول‌های متعدد است. این ویژگی باعث می‌شود تا خطاهای محلی از چشم خروجی نهایی دور

بماند. به عبارت دیگر سلول‌ها در یک روند همکاری، خطاهای محلی یکدیگر را تصحیح می‌کنند. این خصوصیت باعث افزایش قابلیت مقاوم بودن (تحمل پذیری خطاها) در سیستم می‌گردد (منهاج، ۱۳۸۱).

۳-۱۳-۵- آموزش شبکه‌های عصبی

هدف از به کار بردن شبکه عصبی مصنوعی برای حل یک مساله، بدست آوردن خروجی مناسب با توجه به داده‌های ورودی است. حال اینکه مقدار خروجی بدست آمده چقدر با مقدار واقعی آن اختلاف دارد، بستگی به آموزش شبکه و انتخاب وزن‌ها و بایاس‌های مناسب برای لایه‌ها دارد. نحوه یادگیری در شبکه-های عصبی به دو صورت انجام می‌گیرد:

۱-آموزش بدون ناظر[۱۷] : وزن‌ها فقط بر اساسورودی‌ها اصلاح می‌شوند و خروجی مطلوب وجود ندارد تا با مقایسه خروجی شبکه با آن و تعیین مقدار خطا وزن‌ها اصلاح شود. وزن‌ها فقط بر اساس اطلاعات الگوهای ورودی به هنگام می‌شوند. هدف استخراج مشخصه‌های الگوهای ورودی بر اساس راهبرد خوشه یابی و یا دسته‌بندی و تشخیص شباهت‌ها (تشکیل گروه‌هایی با الگوی مشابه) می‌باشد، بدون اینکه خروجی یا کلاس‌های متناظر با الگوهای ورودی از قبل مشخص باشد. این یاد گیری معمولاً بر پایه شیوه برترین هم‌خوانی انجام می‌گیرد. شبکه بدون نظارت وزن‌های خود را بر پایه خروجی حاصل شده از ورودی تغییر می‌دهد تا در برخورد بعدی پاسخ مناسبی را برای این ورودی داشته باشد. در نتیجه شبکه یاد می-گیرد چگونه به ورودی پاسخ بدهد. اصولا هدف این است که با تکنیک نورون غالب، نورونی که بیشترین تحریک آغازین را دارد برگزیده شود. بنابر این در شبکه‌های بدون نظارت یافتن نرون غالب یکی از مهمترین کارها است.

17- Unsupervised

۲-آموزش با ناظر[۱۸] : به ازای هر دسته از الگوهای ورودی خروجی‌های متناظر نیز به شبکه نشان داده می‌شود و تغییر وزن‌ها تا موقعی صورت می‌گیرد که اختلاف خروجی شبکه به ازای الگوهای آموزشی از خروجی‌های مطلوب در حد خطای قابل قبولی باشد. در این روش‌ها یا از خروجی‌ها به وزن‌ها ارتباط وجود دارد یا خلأ به صورت پس‌انتشار از لایه خروجی به ورودی توزیع شده‌است و وزن‌ها اصلاح می‌شوند. هدف طرح شبکه‌ای است که ابتدا با استفاده از داده‌های آموزشی موجود، آموزش ببیند و سپس با ارائه بردار ورودی به شبکه که ممکن است شبکه آن را قبلا فراگرفته یا نگرفته باشد کلاس آن را تشخیص دهد. چنین شبکه‌ای به طور گسترده برای کارهای تشخیص الگو به کار گرفته می‌شود.

۳-۱۳-۶- الگوریتم‌های آموزش

دو تا از ساده‌ترین و معروف‌ترین الگوریتم‌های آموزش، الگوریتم‌های گرادیان نزولی و گرادیان نزولی باممنتوم می‌باشند. اغلب این دو روش برای کاربردهای عملی خیلی کند بوده و از الگوریتم‌های سریع‌تری که ده تا صد برابر سریع‌تر از الگوریتم‌های فوق می‌باشند، استفاده می‌گردد.

الگوریتم‌های سریع در دو دسته قرار می‌گیرند، دسته اول تکنیک‌های ابتکاری هستند که از تحلیل‌های اجرای الگوریتم سریع‌ترین افت استاندارد توسعه یافته‌اند. از تکنیک‌های ابتکاری تکنیک مومنتوم، پس انتشار خطا و ... می باشند. دسته دوم از الگوریتم‌های سریع، تکنیک‌های استاندارد عددی بهینه‌سازی است که این تکنیک ها در سه دسته گرادیان مزدوج، شبه نیوتن و لونبرگ- مارکوارت می‌باشند (کیا،۱۳۸۹). همانطور که ملاحظه می‌شود، به منظور آموزش شبکه و اصلاح وزن‌ها تا رسیدن به یک خطای معنادار، روش‌های بسیار زیادی وجود دارد که یکی از مشهورترین این روش‌ها، الگوریتم پس انتشار خطا می‌باشد که برای شبکه‌های پرسپترون چند لایه به کار می‌رود. بدین منظور در ادامه به توضیح مختصری درباره‌ی این روش پرداخته می‌شود.

18- Supervised

۳-۱۳-۶-۱-الگوریتم پس انتشار خطا[19]

این الگوریتم که در سال ۱۹۸۶ توسط روملهارت و مک کلیلاند پیشنهاد گردید، در شبکه‌های عصبی پیشخور[20] مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیشخور بودن به این معناست که نرون‌های مصنوعی در لایه‌های متوالی قرار گرفته‌اند و خروجی (سیگنال) خود را رو به جلو می‌فرستند. واژه‌ی پس انتشار نیز به معنای این است که خطاها به سمت عقب در شبکه تغذیه می‌شوند تا وزن‌ها را اصلاح کنند و پس از آن، مجددا ورودی مسیر پیش سوی خود تا خروجی را تکرار کند. روش پس انتشار خطا از روش‌های با نظارت است به این مفهوم که نمونه‌های ورودی برچسب خورده‌اند و خروجی مورد انتظار هر یک از آنها از پیش دانسته است. لذا خروجی شبکه با این خروجی‌های ایده آل مقایسه شده و خطای شبکه محاسبه می‌گردد (نیک منش، ۱۳۸۸).

۳-۱۳-۷- انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی

به طور کلی شبکه‌های عصبی به دو نوع شبکه‌های پیشخور و پسخور تقسیم می‌شوند. تفاوت آنها در این است که در شبکه‌های پسخور، حداقل یک سیگنال برگشتی از یک نرون به همان نرون یا نرون‌های همان لایه و یا لایه‌ی قبل وجود دارد. در بیشتر موارد، شبکه‌های عصبی پسخور می‌توانند بسیار مفید واقع شوند ولی با این حال، در ۸۰ درصد کاربردها از شبکه‌های عصبی پیشخور استفاده می‌شود (منهاج، ۱۳۸۱).

از انواع شبکه های عصبی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱) شبکه عصبی پرسپترون که شبکه عصبی پرسپترون چند لایه شاخه‌ای از این نوع شبکه می‌باشد.

۲) شبکه عصبی هاپفیلد

۳) شبکه عصبی همینگ

۴) شبکه عصبی کوهنن

19-Error back propagation algorithm
20-Feed forward

۵) شبکه عصبی انتشار رو به عقب

۶) شبکه عصبی تاخیر زمانی

۷) شبکه عصبی انتشار متقابل

۸) شبکه Radial Basis Function (RBF)

۹) شبکه آدلاین

۳-۱۳-۷-۱-شبکه‌های عصبی پرسپترون

یکی از مهمترین شبکه‌های عصبی که در مهندسی جایگاه خاصی دارد و از زمره‌ی کاربردی‌ترین شبکه‌ها به شمار می‌رود، شبکه‌های پرسپترون هستند. این شبکه‌ها قادرند با انتخاب مناسب تعداد لایه‌ها و سلول های عصبی، یک نگاشت غیرخطی را به دقت انجام دهند که این همان خواسته بسیاری از مسائل فنی مهندسی است که می‌تواند توسط این شبکه‌ها مطرح شود.

پرسپترون یک شبکه غیربازگشتی است که از یک الگوریتم آموزش باناظر بهره می‌گیرد. بنابراین، دسته های آموزشی آن شامل مجموعه‌ای از بردارهای ورودی همراه با بردارهای هدف دلخواهشان است. در این شبکه بردارهای ورودی شامل حدود پیوسته ای از مقادیر است اما بردارهای هدف شامل اعداد باینری یعنی صفر و یک هستند که بعد از آموزش تولید می‌شوند.

$$a_{out} = f(W \times P + b) \quad (۵-۳)$$

که در رابطه‌ی (۳-۵)، W وزن، P مقدار ورودی، b بایاس و a_{out}مقدار خروجی می‌باشد.

برای آموزش شبکه پرسپترون تک لایه[۲۱] زوج بردارهای آموزشی شامل بردارهای ورودی و بردارهای هدف به شبکه داده می‌شود. سپس ماتریس وزن با درایه‌های کوچکی برای همه وزن‌های شبکه به صورت

21-(SLP) Single Layer Perceptron

تصادفی فرض می‌شود. بردار ورودی در ماتریس وزن ضرب شده و تابع تحریک حدی باینری (sign) به این بردارهای وزن دار اعمال می‌شود.

$$aj = \begin{cases} ۱ & \sum(WP + b) > \theta_j \\ ۰ & \sum(WP + b) \leq \theta_j \end{cases} \quad (۶-۳)$$

θ_j: مقدار حدی مربوط به سلول عصبی j است.

اکنون می‌توانیم مقدار خطا برای هر سلول عصبی را به صورت اختلاف خروجی عملی و خروجی هدف محاسبه نماییم.

$$error_i = t_i - a_i \quad (۷-۳)$$

با داشتن مقدار خطا وزن‌ها اصلاح می‌گردند و این عمل اصلاح وزن‌ها آنقدر تکرار می‌شود تا مقدار خطای شبکه به حد قابل قبول برسد.

$$W_i(K + ۱) = W_{ij}(k) + \alpha \times P_i \times error_j \quad (۸-۳)$$

که در این رابطه:

α : مقدار ثابت مثبت کوچکتر از یک است که نرخ یادگیری را تعیین می‌کند.

P_i: بردار داده های ورودی است.

الگوریتم ارائه شده برای شبکه‌های پرسپترون تک لایه ارائه شده است. شبکه‌های تک لایه از این مشکل اساسی برخوردارند که تنها توانایی حل آن دسته از مسائل طبقه‌بندی را دارند که به طور خطی از هم مستقل‌اند و از حل بسیاری از مسائل و طبقه‌بندی الگوهایی که در فضای ورودی به طور خطی از هم جدا-ناپذیرند ناتوان می‌باشد.

این ناتوانی‌ها توسط الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا (*BP*)برای شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه مرتفع می‌شود.

۳-۱۳-۷-۲-شبکه‌های پرسپترون چند لایه[۲۲](MLP)

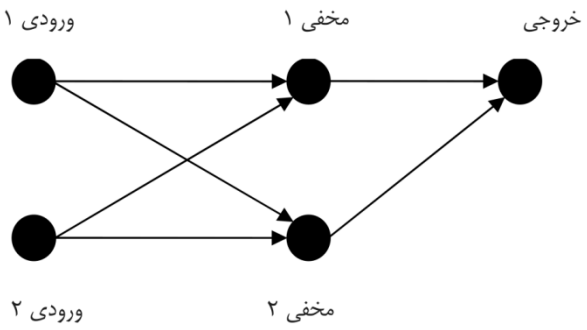
شبکه‌های پرسپترون چند لایه از نوع شبکه‌های عصبی پیشخور هستند. در شبکه‌های پرسپترون چند لایه هر نرون در هر لایه به تمام نرون‌های لایه قبل متصل می‌باشد. به چنین شبکه‌هایی، شبکه‌های کاملاً مرتبط گویند (منهاج، ۱۳۸۴). به عبارتی دیگر جریان سیگنال شبکه در یک مسیر پیشخور صورت می-گیرد که از لایه‌ی ورودی شروع شده و به لایه خروجی ختم می‌گردد.

عموماً در شبکه‌های چند لایه پرسپترون دو نوع سیگنال استفاده می‌شود که با هم متفاوت می‌باشند. دسته اول سیگنال‌های تابعی که بر اساس ورودی‌های هر نرون و پارامترهای وزن و تابع محرک نظیرش محاسبه می‌شوند ودسته دوم سیگنال های خطا که با برگشت از لایه خروجی و منشعب شدن به لایه های پنهان دیگر محاسبه می‌شوند.

تعداد نرون‌های لایه پنهان بستگی به نظر طراح شبکه دارد و با سعی وخطا بدست می‌آید. در صورت کافی نبودن تعداد نرون‌ها، شبکه قادر نخواهد بود نگاشت دقیقی بین بردارهای ورودی و خروجی ایجاد کند. در خروجی هر نرون از شبکه MLP یک تابع خطی قرار دارد و فرآیند یادگیری در تمام نرون‌ها و لایه‌ها صورت می‌گیرد. همه وزن‌ها و بایاس‌هایی که در شبکه قرار دارند در طول فرآیند یادگیری قابل تغییر هستند.

شکل ۳-۵ شمای یک شبکه پرسپترون چند لایه را نشان می‌دهد.

22-Multi Layer perceptron



شکل(۳-۷): شبکه پرسپترون چند لایه (روملهارت و همکاران، ۱۹۸۶)

توجه به این نکته حائز اهمیت است که در شکل ۳-۵، هر دایره تجمیع شده عمل جمع و آستانه‌گذاری (عبور از تابع غیرخطی سیگموئید) است. در حقیقت هر دایره در شکل ۳-۵، مدلی است از جمع‌کننده و بلوک آستانه‌گذاری نشان داده شده در شکل ۳-۵، که به منظور سهولت به این فرم نشان داده شده است.

۳-۱۳-۸-نحوه ارائه داده‌ها به شبکه

برای اینکه یک شبکه عصبی راحت‌تر و سریع‌تر آموزش ببیند لازم است که بعضی از داده‌هایی که بیرون از محدوده معمول داده‌ها هستند از آموزش شبکه کنار گذاشته شوند. کاهش مقادیر آموزشی یکی از روش‌های بسیار مفید برای همگرایی سریع شبکه به شمار می‌رود.

نکته دیگری که باید مورد توجه قرار داد نحوه برخورد توابع تحریک سیگموئید و تانژانت هیپربولیک نسبت به مقادیر ورودی به این توابع است. چنانچه عدد ورودی به آنها نسبتاً بزرگ باشد، این توابع نمی-توانند به خوبی عمل کنند زیرا حاصل این مقادیر به صفر، [۱ ویا ۱-]همگرا می‌شود و شبکه در مقابل جداسازی و شناخت نمونه‌ها از یکدیگر دچار مشکل می‌شود. با افزایش مقدار ورودی تابع، متمایز ساختن خروجی آن نیاز به دقت بالایی دارد. بنابراین بهتر است داده‌های ورودی به شبکه بین اعداد ۱+، ۱- محدود شوند تا با این کار تابع سیگموئید نسبت به داده‌های ورودی حساس‌تر شود بنابراین سرعت آموزش افزایش می‌یابد. برای رهایی از این مشکل باید اطلاعات ورودی را کوچک‌سازی کنیم. این کار به

سادگی با استفاده از قاعده زیر انجام می‌گیرد. این کوچک‌سازی اعداد می‌تواند خطی و یا غیرخطی باشد که معمول ترین آنها تابع خطی زیر است که داده‌ها را بین (۱+ و ۱-) محدود می‌کند.

$$S = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (۹-۳)$$

که در آن x_{min} و x_{max} به ترتیب کوچکترین و بزرگترین مقادیر ورودی در محدوده مقدار واقعی آنها می‌باشند و S عدد نرمال شده به ازای هر عدد واقعی X می‌باشد.

نکته مهم دیگری که باید در مورد شبکه عصبی مصنوعی در نظر گرفته شود این است که یک شبکه نمی‌تواند برون‌یابی کند. یعنی هنگام آزمایش داده‌ای خارج از محدوده آموزش شبکه باشد، شبکه قادر نخواهد بود پاسخ قابل‌قبولی در ازای این داده از خود نشان دهد. پس باید داده‌هایی که به یک شبکه آموزش داده می‌شوند، محدوده داده‌هایی را که در آینده برای حل مسائل استفاده خواهند شد در بر بگیرند.

پیش از شروع شبیه‌سازی، باید داده‌های ورودی را به دو گروه تقسیم نمود:

۱. **داده‌های آموزش**[۲۳]: این داده‌ها از میان داده‌های برچسب‌دار و به منظور آموزش شبکه به کار می‌روند. عمدتاً از میان کل داده‌ها ۶۰ درصد تا ۷۰ درصد آن‌ها را (به طور تصادفی یا با یک پیش فرض) به عنوان داده‌های آموزش انتخاب می‌کنند. پس از آن که شبکه توسط این داده‌ها آموزش دید، وزن‌ها مقدار نهایی خود را یافته‌اند به نحوی که شبکه برای داده‌های آموزش، کمترین خطا را بدست می‌دهد.

۲. **داده‌های صحت‌یابی**[۲۴]: پس از آنکه شبکه توسط داده‌های آموزش تا رسیدن به حداقل خطا آموزش یافت، ما بقی داده‌ها (۳۰ درصد تا۴۰ درصد باقی مانده) که در آموزش نقشی نداشته‌اند، به عنوان ورودی به شبکه داده شده و پاسخ شبکه با پاسخ مطلوب (برچسب آنها) مقایسه می‌گردد و بدین ترتیب راندمان شبکه آموزش دیده محک زده می‌شود.

23-Test

در حال حاضر، شبکه‌های عصبی فراوانی از تلفیق ویژگی‌های مختلف به وجود آمده‌اند که در مسائل مختلف از قبیل شناسایی الگو، تصمیم‌گیری، حل مسائل مهندسی و حل مسائل آماری و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد و با توجه به این پیشرفت‌های انجام شده در زمینه شبکه عصبی مصنوعی نرم افزارهای زیادی در این زمینه نوشته شده که می‌توان به نرم افزارهای Qnet 2000، solutionNero،Neuralworks و جعبه ابزار شبکه عصبی مصنوعی در Matlab اشاره نمود که در این پروژه از نرم افزار Qnet 2000 به منظور مدلسازی استفاده گردید.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- سری‌های خاک

سری‌های خاک، تفصیلی‌ترین سطح طبقه‌بندی را در سیستم رده‌بندی (Soil Taxonomy) تشکیل می‌دهند. سری‌ها بر اساس خصوصیات قابل مشاهده خاک تفکیک می‌شوند. بر این اساس خاک‌هایی که در یک سری قرار می‌گیرند خصوصیات مشابه‌ای به لحاظ رنگ، بافت، ساختمان، پایداری، ضخامت، pH، تعداد و آرایش افق‌های خاک و نیز خصوصیات شیمیایی و مینرالوژیک افق‌ها دارا می‌باشند.

خاکهای منطقه مورد مطالعه به لحاظ رده بندی در سه رده Entisols (خاکهای بدون تکامل پروفیلی) و Inceptisols (خاکهای دارای تکامل پروفیلی)و اریدی سول Aridisols (خاکهای دارای تکامل پروفیلی در رژیم رطوبتی اریدیک) رده بندی می‌شوند. با توجه به کافی بودن میزان بارشهای منطقه می‌توان شستشوی گچ ودر قسمتهایی آهک را از افقهای سطحی به سوی لایه های عمقی تر و تجمع در این لایه ها مشاهده نمود. شیب اراضی که در میزان نفوذ آب در خاک موثر بوده، باعث گردیده که عمق تجمع گچ ودر بخشهای کمی آهک در خاک متغییر باشد.

۱-انتی‌سول‌ها (Entisols)

انتی‌سول‌ها، خاک‌های جوان با تکامل اندک می‌باشند. عمدتاً فاقد هرگونه افق مشخصه پدوژنیک بوده و تنها ممکن است واجد یک افق Ap (افق شخم زده یا تحت تاثیر فعالیت‌های انسان) و یا یک افق ضعیف A (تجمع ضعیف مواد آلی) باشند. انتی‌سول‌ها از طریق نبود افق‌های پدوژنیک مشخص و مجزا (به شکل ضعیف تکامل یافته‌اند) شناخته می‌شوند. ولی اپی‌پدون اکریک در سطح آنها می‌تواند وجود داشته باشد. البته کمبود تکامل در این خاک‌ها، دلیل بر سهولت شناسایی و عدم پیچیدگی رده انتی‌سول‌ها نیست. این رده خاک، خاک‌های عمیق ماسه‌ای تا رسوبات رسی مطبق رودخانه‌ای و نیز نهشته‌های متأخر از جنس خاکسترهای آتشفشانی تا خاک بستر دریاچه‌ها را شامل می‌گردد.

در منطقه طرح یک زیررده Pssaments و همچنین گروه بزرگ به نام Ustipssaments مشخص گردیده که شامل زیر گروه UstipssamentsTypic(سری خاک شماره دوازده) می باشد.

۲-اینسپتی‌سول‌ها (Inceptisols)

خاک‌های رده اینسپتی‌سول، خاک‌های جوانی هستند که در اثر عوامل هوازدگی به وجود آمده‌اند. افق‌ها پدوژنیکی در این رده از خاک‌ها شکل گرفته ولی زمان کافی برای شستشو موجود نبوده است.

در محدوده مورد مطالعه زیر گروه Gypsic Haplustepts در سری خاکهای شماره سه، چهار، پنج و هفت، زیر گروهGypsic Calciustepts در سری خاک شماره هشت و زیرگروه Typic Calciustepts در سری خاک شماره نه و زیرگروه Typic Haplustepts در سری خاک شماره ده و یازده واقع گردیده است.

۳-رده اریدی سول (Aridisols)

در این خاکها رطوبت کافی برای گیاه وجود ندارد و مقطع کنترل رطوبتی خاک متناوباً بیش از نصف زمانی که درجه حرارت خاک در عمق ۵۰ سانتی‌متری بیش از ۵ درجه سانتی‌گراد است خشک و کمتر از ۹۰ روز متوالی در ایامی که درجه حرارت خاک در عمق ۵۰ سانتی‌متری بیش از ۸ درجه سانتی‌گراد است خشک می‌باشد و در بخش عمده‌ای از سال که گرمای خاک برای رشد نبات مناسب است رطوبت خاک در نقطه پژمردگی بوده و یا محلول خاک به قدری شور است که قابل استفاده گیاه نیست.

در محدوده مورد مطالعه زیر گروه Typic Petrogypsids در سری خاک شماره یک، زیر گروه Typic Haplogypsids در سری خاک شماره دو و پنج، زیر گروه Calcic Haplosalids در سری خاک شماره دوازده و زیر گروه Gypsic Haplosalids در سری خاک شماره سیزده واقع گردیده است.

محدوده مطالعاتی، متشکل از سیزده سری خاک است که در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک رده‌بندی و با سیستم طبقه‌بندی بین المللی هماهنگ و در جدول شماره ۴-۱ ارائه شده است

جدول (۴-۱): طبقه بندی و هماهنگی سریهای خاک

Soil series	U.S.D.A Soil Taxonomy 1999(Revised 2010)			Word Refrence Bace for soil resources, WRB(2006)
Name	Family	Suborder	Order	
Soil Series no.1	coarse gypseous,hyperthermic	Typic Petrogypsids	Aridisols	Petric Hypergypsic Gypsisols(Aridic)
Soil Series no.2	coarse gypseous,hyperthermic	Typic Haplogypsids		Hypergypsic Haplic Gypsisols(Aridic)
Soil Series no.3	sandy,gypsic,hyperthermic	Gypsic Haplustepts	Inceptisols	Haplic Gypsisols
Soil Series no.4	coarse loamy,gypsic,hyperthermic	Gypsic Haplustepts		
Soil Series no.5	coarse loamy,mixed,active,hyperthermic	Typic Haplogypsids	Aridisols	Haplic Gypsisols(Aridic)
Soil Series no.6	fine-loamy,mixed,active,hyperthermic	Fluventic Haplustepts	Inceptisols	Gypsic Fluvisols
Soil Series no.7	fine-loamy,mixed,active,hyperthermic	Gypsic Calciustepts		Gypsic Calcisols
Soil Series no.8	fine-loamy,mixed,active,hyperthermic	Typic Calciustepts		Haplic Calcisols
Soil Series no.9	coarse-loamy,mixed,active,hyperthermic	Typic Haplustepts		Haplic Cambisols
Soil Series no.10	fine-loamy,mixed,active,hyperthermic	Typic Haplustepts		
Soil Series no.11	sandy,calcareous,hyperthermic	Typic Ustipsamments	Entisols	Haplic Regosols(Calcaric)
Soil Series no.12	fine-loamy,mixed,active,hyperthermic	Calcic Haplosalids	Aridisols	Calcic Hyper salic Solonchaks(Sodic,Aridic,Siltic)
Soil Series no.13	coarse-loamy,gypsic,hyperthermic	Gypsic Haplosalids		Gypsic Hyper salic Solonchaks(Sodic,Aridicp)

بر اساس این روش خاکها به سیزده رده (order) و هر رده به چندین زیـر رده (Suborder) ،گـروه بـزرگ (Greet Group) ، زیر گروه (Sub Group) ، فامیل (Family) و بالاخره سری (Series) تقسیم میشوند .

مبنای طبقه بندی در این روش ، وضعیت مورفولوژیکی ، خصوصیات فیزیکـی و شـیمیائی و مینرالـوژیکی خاک با ملحوظ داشتن وضعیت آب و هوایی (رطوبت و حرارت) و درنهایت بهره برداری از آنها بخصوص از نظر کشاورزی می باشد بهمین جهت خاکها در هریک از سطوح طبقه بندی دارای تعاریف خاصی هستند .

۴-۱-۱- سری خاک‌های شماره یک (Soil Series (No.1

این سری خاک‌ها با شماره *۱,۱* تا *۱,۶* مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزءخاک‌های:Coarse Gypseous,Hyperthermic,Typic Petrogypsids می‌باشد.

خاکی است عمیق به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد تا قهوه‌ای مایل به زرد روشن، با بافت متوسط (Loam) و توام با ۳۲ درصد گچ ثانویه به فرم پودری و ســـاختمـــان تک دانه‌ای افق (Ap) می‌باشد که بر روی طبقـه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد تا زرد مایل به قهوه‌ای با بافت متوسط (Loam)، همراه با ۴۰ درصد گچ ثانویه به فرم پودری و ساختمان فشرده که به مکعبی گوشه‌دار ریز و ضعیف می شکند با شوری کم، افق (By1) قرار گرفته است، طبقات فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد تا زرد مایل به قهوه‌ای با بافت سنگین (Clay Loam)، همراه با ۴۵ درصد گچ ثانویه به فرم پودری و ساختمان فشرده که به مکعبی گوشه‌دار متوسط و ضعیف می‌شکند، افق (By2) قرار دارند و در زیر این طبقات لایه ای سخت و سیمانی شده گچی با بافت خاک متوسط (Loam)، افق (Byym) قرار گرفته است.

مساحت این سری خاک ۲۵۵,۷۸ هکتار معادل ۴/۹۵ درصد کل اراضی است.

پروفیل‌های شاهد این سری از خاک‌ها به شماره‌های ۷۲ با مختصات X =227800 و Y =3541900نزدیک روستای مجید ضمدی و ۳۲۸ با مختصات X =230500 و Y =3538900 دراراضی روستای بیت شایع واقع شده‌است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک عموماً در حالت مرطوب از قهوه‌ای مایل به زرد $(10YR\frac{5.5}{4})$تا قهوه‌ای مایل به زرد تیره $(10YR\frac{3.5}{4})$ متغیر بوده و گاهی رنگ قهوه‌ای مایل به زرد روشن $(10YR\frac{6.5}{4})$نیز دیده می‌شود.

- بافت خاک سطحی از سبک (Loamy Sand) تا سنگین (Sandy Clay Loam) تفاوت نشان می‌دهد.

- میزان گچ ثانویه از ۳-۲٪ تا بیش از ۵۰ درصد متغیر است و عمق مشاهده لایه محدود کننده پتروجیپسیک از ۴۴ سانتیمتری تا ۱۲۰ سانتیمتری متغیر است.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک‌ها دارای ۶ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشند.

۱,۱- سری خاک‌های شماره یک با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، دارای لایه محدود کننده سنگی از نوع پتروژیپسیک در عمق ۸۰-۵۰ سانتیمتری از سطح خاک، شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۲-۱ درصد با پستی و بلندی کم و بدون فرسایش می‌باشند. مساحت این واحد ۱۲۷,۹۶ هکتار معادل ۲/۷۴ درصد کل اراضی است.

۱,۲- سری خاک‌های شماره یک با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط،دارای لایه محدود کننده از نوع پتروجیپسیک در عمق ۱۲۰-۸۰ سانتیمتری از سطح خاک و بدون محدودیت شوری و قلیائیت، با شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۲-۱ درصد، همراه با پستی و بلندی کم و بدون فرسایش می‌باشند. مساحت این واحد ۱۹,۸۰ هکتار معادل ۰/۳۸درصد کل اراضی است.

۱,۳- سری خاک‌های شماره یک با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، دارای لایه محدود کننده سنگی از نوع پتروجیپسیک در عمق ۸۰-۵۰ سانتیمتری از سطح خاک، شوری کم و بدون محدودیت قلیائیت، شیب کلی ۲-۰ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشند.

مساحت این واحد ۱۶,۶۳ هکتار معادل ۰/۳۲ درصد کل اراضی است.

۱,۴- سری خاک‌های شماره یک با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط،دارای لایه محدود کننده سنگی از نوع پتروجیپسیک در عمق ۱۲۰-۸۰ سانتیمتری از سطح خاک، شوری کم و بدون محدودیت قلیائیت، شیب کلی ۲-۰ درصد همراه با پستی و بلندی کم و بدون فرسایش می‌باشند.

مساحت این واحد ۴۸,۲۷ هکتار معادل ۰/۹۳ درصد کل اراضی است.

۱,۵- سری خاک‌های شماره یک با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، دارای لایه محدود کننده سنگی از نوع پتروجیپسیک در عمق۸۰-۵۰ سانتیمتری از سطح خاک، شوری متوسط و قلیائیت کم با شیب کلی ۲-۰ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشند

مساحت این واحد ۱۶,۸۷ هکتار معادل ۰/۳۳ درصد کل اراضی است.

۱,۶- سری خاک‌های شماره یک با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط،دارای لایه محدود کننده سنگی از نوع پتروجیپسیک در عمق ۵۰-۲۵ سانتیمتری از سطح خاک، شوری متوسط و قلیائیت کم با شیب کلی ۲-۰ درصد، پستی و بلندی کمو بدون فرسایش می‌باشند.

جدول(۴-۲): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۷۲ (پروفیل شاهد سری ۱)

شماره پروفیل یا مته : P - ۷۲									نام سری خاک :یک	
کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد اشباع	بافت	نسبت جذب	درصد ذرات خاک			افق	عمق
%	گل اشباع	ds / m	%		سدیم	Sand	Silt	Clay		Cm
0.1	7.6	2.77	40.7	L	0.15	33	48	19	Ap	0-22
0.1	7.8	5.16	45.0	L	2.14	43	44	13	By	22-50
0.1	7.6	3.50	46.7	CL	0.64	23	44	33	Byy	50-90
لایه سخت وسیمانی شده گچیpetrogypsic									Byym	90-130

مواد خنثی شونده	ظرفیت تبادل کاتیونی	گچ	آنیونهای محلول Soluble Anions meq / Lit				کاتیونهای Soluble Cations محلول meq / Lit				عمق
%	meq / 100 gr soil		So4--	Cl-	HCO3-	CO3--	Na+	Mg++	Ca++		Cm
20.4	11.8	32.2	18.6	6.3	2.2	0.0	0.8	2.8	21.7		0-22
13.4	13.4	39.7	36.7	14.6	1.6	0.0	13.0	3.8	33.1		22-50
23.0	16.1	14.2	27.7	6.2	1.2	0.0	3.6	2.8	28.4		50-130

مساحت این واحد ۲۶,۲۷ هکتار معادل ۰/۵۱ درصد کل اراضی است.

۴-۱-۲- سری خاک‌های شماره دو(Soil Series (No.2

این سری خاک‌ها با شماره‌های ۲,۱تا ۲,۶ مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزء خاک‌های: Coarse Gypseous,Hyperthermic,Typic Haplogypsidsطبقه بندی می‌شود.

خاکی است عمیق به رنگ سفید با بافت متوسط (Sandy Loam) و ساختمان صفحه‌ای (Platy)، افق (A) می‌باشد، این لایه بر روی طبقه‌ای به رنگ سفید با بافت متوسط(SandyLoam)همراه با ۵۴ درصد گچ ثانویه به فرم پودری و ساختمان تک دانه‌ای (Single Grain) افق (Byy1) قرار گرفته است. این طبقات بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای خیلی کم رنگ با بافتمتوسط (Sandy Loam) به همراه ۴۰ درصد گچ

ثانویه به فرم پودری و ساختمان فشرده (Massive) که به مکعبی گوشه‌دار متوسط وضعیف شکسته می‌شود افق (By1) قرار گرفته است. این لایه بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای خیلی کم رنگ با بافت متوسط (Sandy Loam) حاوی۲۵/۸ درصد گچ ثانویه به فرم پودری و ساختمان فشرده (Massive) که به مکعبی گوشه‌دار متوسط و ضعیف شکسته می‌شود افق(By2) قرار گرفته است. طبقات فوق بر روی لایه‌ای با بافت سنگین (Clay Loam) و حدود ۵۰ درصد گچ ثانویه به فرم پودری و کریستاله قرار گرفته‌اند(Byy2). مساحت این سری خاک ۴۶۵ هکتار معادل ۵/۹۷ درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک در حالت مرطوب از سفید $(10YR\frac{8}{1})$ تا قهوه‌ای تیره $(7.5YR\frac{5}{4})$ متغیر است و رنگهایی از قبیل قهوه‌ای خیلی کم رنگ $(10YR\frac{8}{2})$، قهوه‌ای مایل به قرمز $(5YR\frac{4}{3})$ ، قهوه‌ای مایل به زرد $(10YR\frac{5}{6})$ ، قهوه‌ای $(7.5YR\frac{5}{4})$ و خاکستری روشن $(10YR\frac{7}{2})$نیز دیده می‌شود.

- میزان گچ ثانویه در افق ژیپسیک از ۵ تا ۴۰ درصد متغیر است که در بعضی سطوح به ۵۰ درصد هم می‌رسد.

واحدهای مجزا شده

این سری از خاک‌ها دارای ۶ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشد.

۲,۱- سری خاک‌های شماره دو با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۲-۱ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشند.

مساحت این واحد ۱۰۹ هکتار معادل ۱/۴۰ درصد کل اراضی است.

۲,۲- سری خاک‌های شماره دو با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شیب کلی ۲-۰و جانبی ۲-۱ درصد با پستی و بلندی و فرسایش آبی کم می‌باشند.

مساحت این واحد ۱۵۱ هکتار معادل ۱/۹۴ درصد کل اراضی است.

۲,۳- سری خاک‌های شماره دو با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط،شوری زیاد و قلیائیت متوسط، شیب کلی ۲-۰ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۴۹ هکتار معادل ۰/۶۲ درصد کل اراضی است.

۲,۴- سری خاک‌های شماره دو با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی سبک، شیب کلی ۲-۰و جانبی ۲-۱ درصد، همراه با پستی و بلندی و فرسایش کم می‌باشند.

مساحت این واحد ۸ هکتار معادل ۰/۱۰ درصد کل اراضی است.

۲,۵- سری خاک‌های شماره دو با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط با شوری کم، شیب کلی ۲-۰ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشند.

مساحت این واحد ۱۰۹ هکتار معادل ۱/۴۱ درصد کل اراضی است.

۲,۶- سری خاک‌های شماره دو با قابلیت نفوذ متوسط، بافت خاک سطحی سبک وشوری کم، شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۲-۱ درصد،با پستی و بلندی و فرسایش کم می‌باشند.

مساحت این واحد۴۰ هکتار معادل ۰/۵۱ درصد کل اراضی است.

جدول(۴-۳): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۲۸۴ (پروفیل شاهد سری ۲)

شماره پروفیل یا مته : P -۲۸۴											نام سری خاک :دو
کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد اشباع	بافت	نسبت جذب	درصد ذرات خاک			افق	عمق
%	گل اشباع	ds / m	%		سدیم	Sand	Silt	Clay		Cm
0.2	7.9	2.7	32.5	SL	0.44	52	32	16	A	**0-15**
0.1	7.6	3.1	38.3	SL	0.46	66	26	8	Byy1	**15-48**
0.1	7.7	4.0	39.8	SL	0.68	70	20	10	Byy2	**48-70**
0.1	7.7	2.8	46.0	SL	0.41	74	18	8	By3	**70-100**
0.1	7.7	3.5	49.00	CL		25	35	40	By4	100-140

مواد خنثی شونده	ظرفیت تبادل کاتیونی	گچ	آنیونهای محلول Soluble Anions meq / Lit				کاتیونهای محلول Soluble Cations meq / Lit			عمق
%	meq / 100 gr soil		So4--	Cl-	HCO3-	CO3--	Na+	Mg++	Ca++	Cm
23.8	11	14.0	19.7	2.5	3.4	ND	2.1	4.1	18.4	**0-15**
8.2	10	54	22.8	5.2	1.4	ND	2.5	1.0	28	**15-48**
9.2	11	40	26.7	11.4	1.2	ND	4	2	**33**	**48-70**
11.5	11	25.8	23.2	5.2	1.0	ND	2.1	2.0	24.6	**70-100**
12	10.0	50.0	-	-	-	-	-	-	-	100-140

۴-۱-۳ سری خاک‌های شماره سه(No .3) Soil Series

این سری خاک‌ها با شماره‌های ۳,۱ تا ۳,۶ مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزء خاک‌های Sandy,Gypsic,Hyperthermic,Gypsic Haplustepts طبقه بندی شده است.

خاکی است خیلی عمیق به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد روشن در حالت خشک و قهوه‌ای مایل به زرد در حالت مرطوب با بافت خیلی سبک(Sand) و ساختمان تک دانه‌ای افق (A) می‌باشد، این لایه بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد با بافت خیلی سبک (Sand) و ساختمان تک دانه‌ای،حاوی حدود ۱۹/۵ درصد گچ افق (By1) قرار گرفته است. این طبقات بر روی افقی به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد با بافت

سبک، شوری کم و ساختمان تک دانه و منفردحاوی۳۰/۵۲ درصد گچ ثانویه به فرم بلور و میسیلیوم، افق (By2) قرار دارد. طبقات فوق بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد با بافت متوسط (Loam) و ساختمان فشردهحاوی ۵ درصد گچ ثانویه به فرم بلور و میسیلیوم افق(By3) قرار گرفته‌اند. مساحت این سری خاک ۲۸۸,۲۶ هکتار معادل ۵/۵۷ درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاکدر حالت مرطوب از قهوه‌ای مایل به زرد $(10YR\frac{5}{6})$ تا قهوه‌ای تیره $(10YR\frac{3}{3})$متغیر است و رنگهایی از قبیل قهوه‌ای مایل به زردتیره $(10YR\frac{6}{4})$، قهوه‌ای خیلی کم رنگ $(10YR\frac{7}{3})$ و خاکستری مایل به قهوه‌ای روشن $(10YR\frac{6}{2})$ نیز دیده می‌شوند.

- میزان گچ از ۲ تا ۴۰ درصد در طبقات خاک متغیر است.

- بافت خاک زیرین عموماً از سبک (Loamy Sand)، (Sand) تا متوسط (Sandy Loam) و (Loam) متغیر است.

- میزان شوری در طبقات خاک از کم تا بدون شوری متغیر است.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک دارای ۸ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشد:

۳,۱- سری خاک‌های شماره سه با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی درشت و بدون شوری، شیب کلی و جانبی ۵-۲ درصد، همراه با پستی و بلندی، فرسایش آبی، رسوبگذاری کم با محدودیت متوسط آب زیرزمینی می‌باشند. مساحت این واحد ۳۸,۱۸ هکتار معادل ۰/۶۶ درصد کل اراضی است.

۳,۲- سری خاک‌های شماره سه با قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی متوسط و بدون شوری، شیب کلی ۲-۰و جانبی ۲-۱ درصد، همراه با پستی و بلندی متوسطو فرسایش کم می‌باشند.

مساحت این واحد ۲۷,۰۵ هکتار معادل ۰/۵۲ درصد کل اراضی است.

۳,۳- سری خاک‌های شماره سه با قابلیت نفوذ متوسط، بافت خاک سطحی سبک و شوری کم، شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۵-۲ درصد با پستی و بلندی و فرسایش آبی کم همراه با محدودیت متوسط آب زیرزمینی می‌باشند. مساحت این واحد ۱۲۰,۳۸ هکتار معادل ۲/۳۳ درصد کل اراضی است.

۳,۴- سری خاک‌های شماره سه با قابلیت نفوذ متوسط، بافت خاک سطحی درشت، شوری متوسط و قلیائیت کم، شیب کلی و جانبی ۵-۲ درصد، پستی و بلندی متوسط، فرسایش و رسوبگذاری و محدودیت کم آب زیرزمینی می‌باشند. مساحت این واحد ۳۰,۵۱ هکتار معادل ۰/۵۹ درصد کل اراضی است.

۳,۵- سری خاک‌های شماره سه با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری زیاد و قلیائیت متوسط، شیب کلی ۲-۰ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش با محدودیت متوسط آب زیرزمینی می‌باشند. مساحت این واحد ۳۱,۶۱ هکتار معادل ۰/۶۱ درصد کل اراضی است.

۳,۶- سری خاک‌های شماره سه با قابلیت نفوذ متوسط، بافت خاک سطحی سبک، شوری بسیار زیاد و قلیائیت زیاد، شیب کلی و جانبی ۵-۲ درصد با پستی و بلندی متوسط، فرسایش کم و محدودیت متوسط آب زیرزمینی می‌باشند. مساحت این واحد ۴۴,۵۴ هکتار معادل ۰/۸۶ درصد کل اراضی است.

جدول(۴-۴): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۱۱ (پروفیل شاهد سری ۳)

شماره پروفیل یا مته : ۱۱ - P										نام سری خاک :سه
کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد اشباع	بافت	نسبت جذب	درصد ذرات خاک			افق	عمق
%	pH	ds / m	%		سدیم	Silt	Sand	Clay		Cm
0.2	7.5	2.03	25.2	S	0.22	93.00	6.0	1	A	0-20
0.2	7.9	3.38	35.1	S	1.15	94	1	5	By1	20-90
0.1	7.9	6.17	55.5	LS	2.84	80	10	10	By2	90-130
0.1	7.9	2.95	29.0	L	0.49	50	40	10	By3	130-180

مواد خنثی شونده	ظرفیت تبادل کاتیونی	گچ	آنیونهای محلول Soluble Anions				محلول کاتیونهای Soluble Cations			افق	عمق
			meq / Lit				meq / Lit				
%	meq / 100 gr soil		So4--	Cl-	HCO3-	CO3--	Na+	Mg++	Ca++		Cm
28.4	5	0.6	16.1	2.1	2.2	ND	1.0	1.9	17	A	0-20
25.1	4	12.5	27.0	3.1	1.8	ND	6.0	5.7	21.7	By1	20-90
20.5	5	30.52	49.1	10.4	1.6	ND	18.5	17	25.5	By2	90-130
30.0	6	1.5	21.9	5.2	1.4	ND	2.5	2.8	23.6	By3	130-180

۴-۱-۴- سری خاک‌های شماره چهار Soil Series (No.4)

این سری خاک‌ها با شماره‌های ۴,۱ تا ۴,۳ مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزء خاک‌های: Coarse Loamy, Gypsic, Hyperthermic,Gypsic Haplustepts طبقه‌بندی شده است.

خاکی است خیلی عمیق به رنگ قهوه‌ای کم رنگ، با بافت متوسط (Sandy Loam) و ساختمان فشرده که به ساختمان تک دانه ای می‌شکند، افق (A) می‌باشد که بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد تیره تا قهوه‌ای مایل به زرد با بافت متوسط (Sandy Loam)،شوری متوسط و ساختمان تک دانه‌ایو ۱۵/۳۷ درصد گچ ثانویه به فرم پودری، افق(By1) قرار گرفته است. این طبقات بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد تا زرد مایل به قهوه‌ای با بافت متوسط (Sandy Loam)، ساختمان فشرده که به

مکعبی گوشه‌دار درشتو ضعیف شکسته می‌شود و ۲۶/۱۴ درصد گچ ثانویه به فرم پودری و بلوریافق(By2) قرار داشته و در زیر طبقات فوق طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد با بافت متوسط (Sandy Loam)، ساختمان فشرده که به مکعبی گوشه‌دار درشتو ضعیف شکسته می‌شود و ۳۲/۲۹ درصد گچ ثانویه به فرم پودری و بلوری افق (By3)، قرار دارد.

مساحت آن ۲۷۰,۵۴ هکتار معادل ۵/۲۳ درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک در حالت مرطوب از قهوه‌ای کم رنگ $(10YR\frac{6}{3})$ تا قهوه‌ای تیره $(7.5YR\frac{4}{6})$ متغیر است و رنگهایی از قبیل قهوه‌ای مایل به زرد روشن $(10YR\frac{6}{4})$، قهوه‌ای مایل به زرد تیره $(10YR\frac{4.5}{6})$، قهوه‌ای روشن $(7.5YR\frac{6}{4})$ و زرد مایل به قهوه‌ای $(10YR\frac{6}{6})$ متغیر است.

- بافت خاک سطحی از سنگین (Silty Clay Loam - Clay Loam و Sandy Clay Loam) تا سبک (Loamy Sand) متغیر است.

- میزان گچ در لایه‌های خاک از ۲ تا ۴۰ درصد متغیر است.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک دارای ۴ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشد:

۴,۱- سری خاک‌های شماره چهار با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، بدون شوری و با قلیائیت کم، شیب کلی ۲-۰و جانبی ۵-۲ درصد با پستی و بلندی و فرسایش کم می‌باشند.

مساحت این واحد ۶۵,۵۴ هکتار معادل ۱/۲۷ درصد کل اراضی است.

۴,۲- سری خاک‌های شماره چهار با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری کم و بدون قلیائیت با شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۲-۱ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش هستند.

مساحت این واحد ۶۷,۱۱ هکتار معادل ۱/۳۰ درصد کل اراضی است.

۴,۳- سری خاک‌های شماره چهار با قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی، شوری متوسط و قلیائیت کم، شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۲-۱ درصد با پستی و بلندی و فرسایش کم می‌باشند.

مساحت این واحد ۱۳۷,۸۹ هکتار معادل ۲/۶۷ درصد کل اراضی است.

جدول(۴-۵): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره۱۳۱ (پروفیل شاهد سری ۴)

شماره پروفیل یا مته : P - ۱۳۱										نام سری خاک :چهار
کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد اشباع	بافت	نسبت جذب	درصد ذرات خاک			افق	عمق
%	گل اشباع	ds / m	%		سدیم	Sand	Silt	Clay		Cm
0.25	7.9	1.25	28.5	SL	16.92	57.04	36.0	6.96	A	0-12
0.14	7.5	13.32	27.9	SL	4.36	63.04	28	8.96	By1	12-52
0.06	7.8	3.56	43.1	SL	3.19	67.04	26	6.96	By2	52-104
0.06	7.9	3.79	31.0	SL	2.58	63.04	32	4.96	By3	104-150

مواد خنثی شونده	ظرفیت تبادل کاتیونی	گچ	آنیونهای محلول Soluble Anions				Soluble Cations محلول کاتیونهای			عمق
			meq / Lit				meq / Lit			
%		meq / 100 gr soil	So4--	Cl-	HCO3-	CO3--	Na+	Mg++	Ca++	Cm
35.1	4	ND	34.1	5.0	2.2	ND	29.3	1.0	5	0-12
22.8	3.5	12.37	39.0	100.0	2.2	ND	32.2	4.0	105	12-52
26.1	3	16.14	31.8	10.0	1.8	ND	12.56	3	**28**	52-104
28.1	2.5	32.29	36.4	10.0	1.7	ND	11.1	7.0	30	104-150

۴-۱-۵- سری خاک‌های شماره پنج(Soil Series (No.5

این سری خاک‌ها با شماره ۵,۱ تا ۵,۴ مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزءخاک‌هایcoarse Loamy,Mixed,Active,Hyperthermic,Typic Haplogypsids طبقه‌بندی می‌شوند.

خاکی است بسیار عمیق به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد، با بافت متوسط (Sandy Loam) و ســـاختمـــان اولیه فشرده که به تک دانه‌ای می شکند افق (Ap) که بر روی طبقـه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد تیره با بافت متوسط (Sandy Loam) و ســـاختمـــان اولیه فشرده که به مکعبی گوشه‌دار درشت و ضعیف می‌شکندافق (Bw) قرار دارد.

لایه‌های فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد تیره با بافت متوسط (Sandy Loam) و ساختمان اولیه فشرده که به مکعبی گوشه‌دار درشت و ضعیف می‌شکند، همراه با ۵ درصد گچ به فرم پودری، ۲ درصد سنگریزه و شوری کم، افق(By1) قرار گرفته است. طبقات فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد تیره تا قهوه‌ای مایل به زرد با بافت متوسط (Loam) و ساختمان مکعبی گوشه دار درشت و ضعیف که به مکعبی گوشه دار متوسط و ضعیف می شکند با ۱۰ درصد گچ ثانویه پودری و شوری کم افق (By2) واقع شده اند و زیر طبقات فوق لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد تیره تا قهوه‌ای مایل به زرد با بافت متوسط (Loam) و ساختمان فشرده که به مکعبی گوشه دار درشت و ضعیف می‌شکند همراه با ۱۵ درصد گچ ثانویه به فرم پودری افق (By3)قرار گرفته است.

مساحت این سری خاک ۳۰۲,۱۲ هکتار معادل ۵/۸۴ درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک عموماً در حالت مرطوب از قهوه‌ای مایل به زرد $(10YR\frac{4.5}{4})$ تا قهوه‌ای مایل به زرد تیره $(10YR\frac{4.5}{6})$ متغیر می باشد.
- بافت خاک متوسط (Loam) تا (Sandy Loam)در نیمرخ خاک متغیر می باشد.
- این اراضی دارای گچ ثانویه به میزان ۲۰-۵ درصد می باشد که در بخش کنترل خاک مشاهده می‌شود.
- گاهی مقادیر کمی سنگریزه در قسمتهای زیرین افقهای خاک مشاهده می شود.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک‌ها دارای ۴ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشند.

۵,۱- سری خاک‌های شماره پنج با قابلیت نفوذ خاک زیرین و بافت خاک سطحی متوسط، نفوذ پذیری خاک سطحی بین ۱ تا ۲ سانتیمتر در ساعت، شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون پستی و بلندی و فرسایش آبی می‌باشند. مساحت این واحد ۱۹۸ هکتار معادل ۲/۵۴ درصد کل اراضی است.

۵,۲- سری خاک‌های شماره پنج با قابلیت نفوذ خاک زیرین متوسط و بافت خاک سطحی سبک، نفوذ پذیری خاک سطحی بین ۱ تا ۲ سانتیمتر در ساعت، شیب کلی ۲-۰ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش آبی می‌باشند. مساحت این واحد ۱۴ هکتار معادل ۰/۱۸ درصد کل اراضی است.

۵,۳- سری خاک‌های شماره پنج با قابلیت نفوذ خاک زیرین و بافت خاک سطحی متوسط،نفوذ پذیری خاک سطحی بین ۱ تا ۲ سانتیمتر در ساعت، شوری کم و بدون قلیائیت، شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون پستی و بلندی و فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۱۰۰ هکتار معادل ۱/۲۸ درصد کل اراضی است.

جدول (۴-۶): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۱۱۰ (پروفیل شاهد سری ۵)

شماره پروفیل یا مته : ۱۱۰ - P | نام سری خاک :پنج

عمق	افق	درصد ذرات خاک			نسبت جذب	بافت	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته	کربن آلی
Cm		Clay	Silt	Sand	سدیم		%	ds / m	گل اشباع	%
0-15	Ap	13.0	23.0	64.0	1.17	Sl	29.5	2.95	7.1	0. 1
15-35	Bw	13	29	58	0.84	Sl	30.2	2.75	7.2	0. 1
35-72	By1	14	26	60	1.11	Sl	30.0	4.73	7.4	0. 1
72-135	By2	23	41	36	1.97	L	32.0	4.80	7.3	0. 1
135-150	By3	17	39	44	2.26	L	34.10	4.89	7.4	0. 1

عمق	Soluble Cations محلول کاتیونهای meq / Lit			Soluble Anions آنیونهای محلول meq / Lit				گچ	ظرفیت تبادل کاتیونی	مواد خنثی شونده
Cm	Ca++	Mg++	Na+	CO3--	HCO3-	Cl-	So4--	meq / 100 gr soil		%
0-15	21.4	5.1	6.0	ND	2.1	3.0	26.3	1.5	7.8	27.3
15-35	20.2	5.0	4.2	ND	2.3	2.0	24.0	1.5	7.2	28.2
35-72	31.6	8.2	7	ND	2.4	16.0	18.1	3	11	29.1
72-135	30.9	6.2	12.0	ND	2.4	18.2	28.2	10	11.2	27.0
135-150	32.6	3.1	13.5	ND	2.6	18.0	29	15.2	11.3	26.6

۵,۴سری خاک‌های شماره پنج با قابلیت نفو۰ذ خاک زیرین و بافت خاک سطحی متوسط، نفوذ پذیری خاک سطحی بین ۱ تا ۲ سانتیمتر در ساعت، شوری کم و بدون قلیائیت، با شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۵-۲ درصد، پستی و بلندی و فرسایش آبی کم و محدودیت متوسط آب زیرزمینی می‌باشند. مساحت این واحد ۲۶ هکتار معادل ۰/۳۴ درصد کل اراضی است.

۴-۱-۶- سری خاک‌های شماره شش(Soil Series (No.6

این سری خاک‌ها با شماره *۶,۱* تا *۶,۶* مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزءخاک‌هایfine-Loamy,Mixed,Active,Hyperthermic,GypsicHaploustepsطبقه‌بندی می‌شوند.

خاکی است بسیار عمیق به رنگ قهوه‌ای کم رنگ، با بافت متوسط (لِSandy Loam) و ســـاختمـــان اولیه تک دانه‌ای با شوری زیاد، افق (Az) می‌باشد که بر روی طبقـه‌ای به رنگ قهوه‌ای با بافت سنگین (Clay Loam) و ســـاختمـــان اولیه فشرده که به مکعبی گوشه‌دار درشت و ضعیف می‌شکند و حاوی ۵ درصد گچ ثانویه و شوری زیاد افق (Byz)می‌باشد. لایه‌های فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای با بافت سنگین (لِSandy Clay Loam) و ســـاختمـــان مکعبی گوشه‌دار درشت و ضعیف که به ســـاختمـــان مکعبی گوشه‌دار متوسط و نسبتاً قوی می شکند با شوری متوسط، افق (Bwz) قرار گرفته است. طبقات فوق بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای پررنگ با بافت متوسط(Sandy Loam) و ساختمان تک دانه‌ای با شوری متوسط، افق (Cz1)،قرار دارند. لایه‌های فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای با بافت متوسط (لِLoam) و ســـاختمـــان فشرده با شوری متوسط ، افق (Cz2) واقع شده است.مساحت این سری خاک ۲۹۷,۵۵ هکتار معادل ۵/۷۵ درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک عموماً در حالت مرطوب از قهوه‌ای $(7.5YR\frac{4}{4})$ تا قهوه‌ای پررنگ $(7.5YR\frac{4.5}{6})$ متغیر می باشد.

- بافت خاک متوسط (Loam) تا سنگین (Clay Loam) و (Sandy Clay Loam) متغیر می‌باشد.

- این اراضی دارای گچ ثانویه به میزان کمتراز ۱درصد می باشد که در بخش کنترل خاک مشاهده می‌شود.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک‌ها دارای ۹ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشند.

۶,۱- سری خاک‌های شماره شش با قابلیت نفوذ و بافت خاک‌سطحی متوسط، شیب کلی ۲-۰ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۹۵,۲۰ هکتار معادل ۱/۸۴ درصد کل اراضی است.

۶,۲- سری خاک‌های شماره شش با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی سنگین، شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۲-۱ درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۴۹,۲۲ هکتار معادل ۰/۹۵ درصد کل اراضی است.

۶,۳- سری خاک‌های شماره شش با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری کم و بدون قلیائیت، شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۳۹,۶۰ هکتار معادل ۰/۷۷ درصد کل اراضی است.

۶,۴- سری خاک‌های شماره شش با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری متوسط و بدون قلیائیت، شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۱۱,۹۶ هکتار معادل ۰/۲۳ درصد کل اراضی است.

۶,۵- سری خاک‌های شماره شش با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی سبک، شیب کلی ۲-۰ درصد با کمی پستی و بلندی و فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۳۵,۲۵ هکتار معادل ۰/۶۸ درصد کل اراضی است.

۶,۶- سری خاک‌های شماره شش با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری زیاد و قلیائیت متوسط، شیب کلی ۲-۰ درصد با کمی پستی و بلندی و فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۶۶,۳۲ هکتار معادل ۱/۲۸ درصد کل اراضی است.

جدول(۴-۷): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۵۰ (پروفیل شاهد سری ۶)

شماره پروفیل یا مته : ۵۰ - P										نام سری خاک : شش
کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد اشباع	بافت	نسبت جذب سدیم	درصد ذرات خاک			افق	عمق
%	گل اشباع	ds / m	%			Sand	Silt	Clay		Cm
1.15	7.8	16.18	24.7	SCL	14.04	52.48	27.2	20.30	A	0-20
0.2	7.5	25.20	36.7	C	23.52	18.48	39.22	42.3	By1	20-45
0.25	8.0	12.80	30.2	SCL	16.16	48.48	25.22	26.3	Bw1	45-85
0.08	8.0	8.66	28.4	SL	12.72	54.48	29.22	16.3	Bw2	85-120
0.20	8.0	8.66	28.35	L	14.28	42.48	39.22	18.3	By2	120-150

مواد خنثی شونده	ظرفیت تبادل کاتیونی	گچ	آنیونهای محلول meq / Lit			Soluble Anions محلول meq / Lit	Soluble Cations کاتیونهای محلول meq / Lit		عمق
%	meq / 100 gr soil		Cl-	HCO3-	So4--	CO3--	Na+	Mg++	Ca++	Cm
31.2	10	0.1	130.0	4.4	12.2	ND	80.6	14.0	52	0-20
32.3	20	0.49	235.0	3.6	16.7	ND	161.3	7.0	87	20-45
31.3	12	ND	92.0	4.9	26.6	ND	77.5	12	34	45-85
29.0	9.6	ND	42.0	5.0	45.0	ND	53.6	9.5	26	85-120
29.0	9.0	ND	42.0	3.8	43	ND	53.6	9.5	26.0	120-150

۴-۱-۷- سری خاک‌های شماره هفت(Soil Series (No.7

این سری خاک‌ها با شماره *۷,۱* تا *۷,۶* مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزءخاک‌های:fine- Loamy,Mixed,Active,Hyperthermic,Gypsic Calciusteps می‌باشد. خاکی است بسیار عمیق به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد، با بافت متوسط (Loam)، ساختمان سخت و ۲ درصد آهک پودری مشاهداتی و شوری متوسط، افق (Ap) می‌باشد.مایل به زرد تیره با بافت سنگین و ساختمان اولیه مکعبی گوشه‌دار درشت و ضعیف که به مکعبی گوشه‌دار متوسط و نسبتاً قوی می شکند و ۱۵ درصد آهک پودری، افق (Bk) قرار دارند. طبقات فوق بر روی لایه‌ای با بافت سنگین (Clay

Loam) و ساختمان اولیه مکعبی گوشه‌دار متوسط تا درشت و ضعیف که به مکعبی گوشه‌دار متوسط و نسبتاً قوی می شکند و دارای ۱۰ درصد آهک پودری و حدود ۵ درصد گچ ثانویه به فرم پودری، افق (Bky1) می‌باشد که بر روی طبقه‌ای با بافت سنگین (Clay Loam) و ساختمان اولیه مکعبی گوشه‌دار درشت و ضعیف که به مکعبی گوشه‌دار متوسط تا درشت و ضعیف می شکند و دارای ۷-۵ درصد آهک مشاهداتی به فرم پودری و میسیلیوم و ۶ درصد گچ ثانویه به فرم پودری و شوری کم، افق (Bky2)می‌باشد.

مساحت این سری خاک ۱۶۶,۷۶ هکتار معادل ۳/۲۲ درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک عموماً در حالت مرطوب از قهوه‌ای مایل به زرد $(10YR\frac{5}{6})$ تا قهوه‌ای مایل به زرد تیره $(7.5YR\frac{4.5}{6})$ متغیر می باشد. در قسمتهایی رنگ قهوه‌ای روشن، قهوه ای مایل به زرد روشن هم دیده می شود.

- بافت خاک متوسط (Loam) تا سنگین (Clay Loam) می باشد.

- این اراضی دارای گچ ثانویه به میزان ۲ تا ۶ درصد و آهک بین ۱۵-۲ درصد می باشد که در بخش کنترلی خاک مشاهده می‌شود.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک‌ها دارای ۶ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشند.

۷,۱- سری خاک‌های شماره هفت با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری کم و بدون قلیائیت، شیب کلی ۲-۰ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۲۷,۶۷ هکتار معادل ۰/۵۳ درصد کل اراضی است.

۷,۲- سری خاک‌های شمارههفت با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، ۱۵-۳ درصد سنگریزه درشت در خاک سطحی، شوری متوسط و قلیائیت کم، شیب کلی ۲-۰ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشد. مساحت این واحد ۱۰,۹۱ هکتار معادل ۰/۲۱ درصد کل اراضی است.

۷,۳- سری خاک‌های شماره هفت با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی سنگین، شوری کم و بدون قلیائیت، شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۳۰,۷۶هکتار معادل ۰/۵۹ درصد کل اراضی است.

۷,۴- سری خاک‌های شماره هفت با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شیب کلی ۲-۰ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۴۴,۲۶ هکتار معادل ۰/۸۶ درصد کل اراضی است.

۷,۵- سری خاک‌های شماره هفت با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط،شوری متوسط و قلیائیت کم، شیب کلی ۲-۰درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۲۸,۷۶ هکتار معادل ۰/۵۶ درصد کل اراضی است.

۷,۶- سری خاک‌های شماره هفت با قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی وشوری متوسط قلیائیت کم ، شیب کلی ۲-۰درصدو بدون فرسایش می‌باشند.

مساحت این واحد ۲۴,۴۱ هکتار معادل ۰/۴۷ درصد کل اراضی است.

جدول(۴-۸): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۱۲۶ (پروفیل شاهد سری ۷)

شماره پروفیل یا مته : ۱۲۶ - P										نام سری خاک هفت
عمق	افق	درصد ذرات خاک			نسبت جذب	بافت	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته	کربن آلی
Cm		Clay	Silt	Sand	سدیم		%	ds / m	گل اشباع	%
0-16	AP	27	44	29	2.8	L	42	3.3	7.6	0.47
16-55	Bk1	30	48	22	5.7	CL	37	5.9	7.8	0.2
55-74	Bk2	18	23	59	9.8	SL	28	6.5	7.7	0.08
74-95	Bk3	22	47	31	9.8	L	31	10.1	7.7	0.14
95-120	Bk4	20	29	51	11.5	L	28	10.1	7.6	0.08
120-140	Bk5	28	33	39	8.6	CL	27	6.7	7.8	0.10

عمق	Soluble Cations محلول کاتیونهای meq / Lit			Soluble Anions آنیونهای محلول meq / Lit				گچ	ظرفیت تبادل کاتیونی	مواد خنثی شونده
Cm	Ca++	Mg++	Na+	CO3--	HCO3-	Cl-	So4--	meq / 100 gr soil		%
0-16	22.5	1.5	9.6	ND	2.5	10.0	22.0	ND	10	32.6
16-55	32	6.0	25.0	ND	1.6	35.0	29.4	4.3	14	29.2
55-74	27	6.0	39.8	ND	1.8	40.0	31.0	0.15	6	30.9
74-95	39	8.5	47.9	ND	2.0	70.0	23.4	0.27	10	34.9
95-120	40	9.0	56.8	ND	2.0	72.0	31.8	0.15	10.5	31.1
120-140	23.0	7.0	33.4	ND	1.9	45.0	17	0.2	5.5	32.1

۴-۱-۸- سری خاک‌های شماره هشت(Soil Series (No.8

این سری خاک‌ها با شماره ۸,۱ تا ۸,۸ مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزءخاک‌های طبقه‌بندی می‌شوند: fineLoamy,Mixed,Active,Hyperthermic,Typic Calciustepts. خاکی است بسیار عمیق به رنگ قهوه‌ای، با بافت سنگین (Clay Loam)، ساختمان نفشرده و شوری کم، افق (Ap) است که بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ایبا بافت سنگین (Sandy Clay Loam)، ساختمان مکعبی گوشه‌دار متوسط و نسبتاً قوی که به مکعبی گوشه‌دار ریز

و ضعیف می‌شکند، همراه حدود ۱۰ درصد آهک به فرم رشته‌ای و شوری متوسط، افق (Bk1z) قرار دارد. طبقات فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای تیره با بافت سنگین (Sandy Clay Loam) و ساختمان اولیه فشرده و سخت که به ساختمان مکعبی درشت و ضعیف می‌شکند و دارای ۵ درصد آهک رشته‌ای مشاهداتی با شوری متوسط،افق(Bk2z) واقع شده‌اند. این طبقات بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای با بافت متوسط (Loam) و ساختمان اولیه مکعبی گوشه‌دار متوسط و نسبتاً قوی که به مکعبی گوشه‌دار ریز و نسبتاً قوی می‌شکند و حاوی ۵ درصد آهک رشته‌ای مشاهداتی با شوری کم، افق (Bk3) قرار گرفته‌اند. این لایه بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای تیره با بافت متوسط (Silt Loam)، ساختمان مکعبی گوشه‌دار متوسط و ضعیف که به مکعبی گوشه‌دار ریز و ضعیف می‌شکند و دارای ۵ درصد آهک رشته‌ای مشاهداتی و شوری کم، افق (Bk4) قرار گرفته است و در زیر این لایه طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای تیره با بافت متوسط (Loam) و ساختمان مکعبی گوشه‌دار درشت و ضعیف که به مکعبی گوشه‌دار متوسط و ضعیف شکسته می‌شود و حاوی ۵ درصد آهک رشته‌ای و شوری کم است (افق Bk5) قرار گرفته است.

مساحت این سری خاک ۶۹۱,۸۱ هکتار معادل ۱۳/۳۷ درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک عموماً در حالت مرطوب از قهوه‌ای مایل به زرد ($10YR\frac{5}{6}$) تا قهوه‌ای مایل به زرد تیره ($7.5YR\frac{4.5}{6}$) متغیر می باشد. در قسمتهایی رنگ قهوه‌ای روشن، قهوه ای مایل به زرد روشن هم دیده می شود.

- بافت خاک در طول نیمرخ ازمتوسط (Loam) تا سنگین (Sandy Clay Loam)متغیرمی باشد.

- میزان آهک به فرمهای پودری و میسیلیوم در این خاک متغیر می باشد و میزان آن بین ۵ تا۱۰ درصد در بخش کنترلی خاک مشاهده می‌شود.

مشخصات ظاهری

شیب : شیب کلی از ۵-۰ درصد و در بخشهایی دارای شیب جانبی از ۵-۱ درصد متغیر است.

پستی و بلندی : قسمتهایی از اراضی دارای پستی و بلندی ناچیز تا متوسط می‌باشد.

فرسایش :در این اراضی فرسایشی دیده نمی شود.

قابلیت نفوذ : این اراضی دارای قابلیت نفوذ متوسط می‌باشند.

زهکشی طبیعی : این اراضی دارای زهکش طبیعی مناسب می‌باشند.

شوری خاک: قسمتهایی از این اراضی دارای شوری کم ،متوسط تا زیاد می باشد.

بافت خاک سطحی: عمدتاً دارای بافت خاک سطحی متوسط ، در قسمتهایی دارای بافت خاک سبک و در قسمتهایی سنگین می باشد.

موقعیت سری : خاکهای این سری در پلاتوها (Plateaux) و دشتهای آبرفتی دامنه‌ای (piedmont Alluvial Plains) و دشتهای آبرفتی رودخانه‌ای (River Alluvial Plains) واقع شده‌اند.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک‌ها دارای ۱۰ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشند.

۸,۱- سری خاک‌های شماره هشت با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری کم و بدون قلیائیت، شیب کلی ۲-۰ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد 88.92 هکتار معادل 1/72 درصد کل اراضی است.

۸,۲- سری خاک‌های شماره هشت با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی سبک، شیب کلی ۲-۰ درصد،پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۴۸,۱۹ هکتار معادل ۰/۹۳ درصد کل اراضی است.

۸,۳- سری خاک‌های شماره هشت با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشند. مساحت این واحد ۳۳۵,۰۱ هکتار معادل ۶/۴۸ درصد کل اراضی است.

۸,۳- سری خاک‌های شماره هشت با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری کم و بدون قلیائیت، شیب کلی و جانبی۵-۲ درصد، پستی و بلندی متوسط و فرسایش آبی کم می‌باشند.

مساحت این واحد ۳۲,۸۸ هکتار معادل ۰/۶۴ درصد کل اراضی است.

۸,۴- سری خاک‌های شماره هشت با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری زیاد و قلیائیت متوسط، شیب کلی ۲-۰ و جانبی۲-۱ درصد، پستی و بلندی متوسط و بدون فرسایش آبیمی‌باشند.

مساحت این واحد ۲۷,۶۷ هکتار معادل ۰/۵۳ درصد کل ار اضی است.

۸,۵- سری خاک‌های شماره هشت با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی سبک، شوری متوسط و قلیائیت کم، شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۲۴,۱۶ هکتار معادل ۰/۴۷ درصد کل اراضی است.

۸,۶- سری خاک‌های شماره هشت با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی سنگین، شوری متوسط و قلیائیت کم، شیب کلی ۲-۰ درصد، کمی پستی و بلندی و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۲۶,۲۸ هکتار معادل ۰/۵۱ درصد کل اراضی است.

۸,۷- سری خاک‌های شماره هشت با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری زیاد و قلیائیت متوسط، شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۳۴,۳۳ هکتار معادل ۰/۶۶ درصد کل اراضی است.

۸,۸- سری خاک‌های شماره هشت با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری و قلیائیت متوسط، شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۷۴,۳۷ هکتار معادل ۱/۴۴ درصد کل اراضی است.

جدول (۴-۹): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۲۹۸ (پروفیل شاهد سری ۸)

شماره پروفیل یا مته : P -۲۹۸										نام سری خاک : هشت
کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد اشباع	بافت	نسبت جذب	درصد ذرات خاک			افق	عمق
%	گل اشباع	ds / m	%		سدیم	Sand	Silt	Clay		Cm
1.2	7.2	7.0	33.7	CL	4.08	36.00	36.0	28.00	Ap	0-12
1.1	7.7	15.3	38.1	SCL	13.75	64	14	22	Bk1	12-30
0.5	7.6	13.1	28.8	SCL	10.21	64	14	22	Bk2	30-62
0.2	7.7	5.7	43.5	L	1.99	39	36	25	Bk3	62-88
0.2	7.8	4.1	33.9	SiL	4.06	31.5	5	18.5	Bk4	88-105
0.2	7.6	4.5	41.9	L	4.06	33.5	40	26.5	Bk5	105-140

مواد خنثی شونده	ظرفیت تبادل کاتیونی	گچ	آنیونهای محلول Soluble Anions meq / Lit			محلول کاتیونهای Soluble Cations meq / Lit			عمق
%	meq / 100 gr soil		So4--	Cl-	HCO3-	CO3--	Na+	Mg++	Ca++	Cm
30.5	11.4	1.2	25.8	41.8	1.2	ND	26.6	7.6	35	0-12
32.6	11.8	8.9	40.4	112.3	1.6	ND	99.1	14.2	37.8	12-30
22.3	9	1.6	75.7	53.0	1.0	ND	75.6	15.1	39.7	30-62
35.2	9.2	23	28.8	27.0	1.4	ND	13.5	18.5	27.4	62-88
16.3	8	1	10.0	31.2	0.8	ND	20.5	4.7	20.8	88-105
34.2	9.4	1.5	26	22.9	1.2	ND	20.5	5.7	19.9	105-140

۴-۱-۹-سری خاک‌های شماره نه(Soil Series (No.9

این سری خاک‌ها با شماره‌های ۹,۱ تا ۹,۱۰ مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزء خاک‌های : Coarse-Loamy,Mixed,Active,Hyperthermic,Typic Haplustepts می‌باشد.

خاکی است خیلی عمیق در حالت خشک به رنگ قهوه‌ای خیلی کم رنگ و در حالت مرطوب به رنگ قهوه‌ای با بافت متوسط (Loam)و ساختمان فشرده (Massive)، افق (Ap) می‌باشند که بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای با بافت متوسط (Loam) و ساختمان فشرده (Massive) که به مکعبی گوشه‌دار درشت و ضعیف می‌شکند، افق(Bw) قرار گرفته است. این طبقات بر روی افقی به رنگ قهوه‌ای با بافت متوسط (Sandy Loam)، شوری کم و ساختمان تک دانه‌ای (Single Grain)، افق (2BC) قرار دارند و در زیر این افق طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای با بافت متوسط (Sandy Loam) و ساختمان تک دانه‌ای (Single Grain)، افق (C1) واقع شده است. این طبقات بر روی افقی به رنگ قهوه‌ای تیره با بافت متوسط (Loam)، شوری کم و ساختمان فشرده (Massive)، افق (C2) قرار گرفته‌اند.

مساحت آن ۱۰۶۹ هکتار معادل ۲۰/۶۹ درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک در حالت مرطوب از قهوه‌ای مایل به زرد $(10YR\frac{5}{6})$ تا قهوه‌ای $(7.5YR\frac{4}{3})$ متغیر است و رنگهایی از قبیل قهوه‌ای مایل به زرد تیره $(10YR\frac{4.5}{4})$، قهوه‌ای تیره $(7.5YR\frac{4}{6})$، قهوه‌ای مایل به زرد روشن $(10YR\frac{6}{4})$ و زرد مایل به قرمز $(7.5YR\frac{6}{6})$نیز مشاهده می‌شود.

بافت خاک از درشت و خیلی درشت تا سنگین (LoamClay-Sandy Clay Loam-Silty Clay Loam) و خیلی سنگین (Silty Clay) متغیر است.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک دارای ۱۰ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشد:

۹,۱- سری خاک‌های شماره نه با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، بدون شوری با شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۲-۱ درصد،بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشند.

مساحت این واحد ۴۶۶,۸۰ هکتار معادل ۹/۰۲ درصد کل اراضی است.

۹,۲- سری خاک‌های شماره نه با قابلیت نفوذ متوسط، بافت خاک سطحی سبک و بدون شوری با شیب‌کلی۲-۰و جانبی ۲-۱ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشند.

مساحت این واحد ۵۲,۱۵ هکتار معادل ۱/۰۱ درصد کل اراضی است.

۹,۳- سری خاک‌های شماره نه با قابلیت نفوذ متوسط، بافت خاک سطحی سبک و بدون شوری، شیب کلی ۲-۰و جانبی ۲-۱ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش می‌باشند.

مساحت این واحد ۳۸,۷۵ هکتار معادل ۰/۷۵ درصد کل اراضی است.

۹,۴- سری خاک‌های شماره نه با قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی متوسط و شوری کم، شیب کلی ۲-۰ درصد با پستی و بلندی کم وبدون فرسایش می‌باشند.

مساحت این واحد ۹۴,۷۶ هکتار معادل ۱/۸۳ درصد کل اراضی است.

۹,۵- سری خاک‌های شماره نهبا قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، بدون شوری، شیب کلی ۲-۰ درصد باپستی و بلندی کم و بدون فرسایش می‌باشند.

مساحت این واحد 174.85هکتار معادل ۳۸/ ۳درصد کل اراضی است.

۹,۶- سری خاک‌های شماره نهبا قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، بدون شوری با شیب کلی ۲-۰و جانبی ۲-۱ درصد، پستی و بلندی و فرسایش آبی کم می‌باشند.

مساحت این واحد ۶۸,۹۷ هکتار معادل ۱/۳۳ درصد کل اراضی است.

۹,۷–سری خاک‌های شماره نهبا قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری کم با شیب کلی ۲-۰ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشند.

مساحت این واحد ۱۰۸,۲۵ هکتار معادل ۲/۰۹ درصد کل اراضی است.

۹,۸–سری خاک‌های شماره نهبا قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری کم با شیب کلی ۲-۰و جانبی ۲-۱ درصد با پستی و بلندی و فرسایش کم می‌باشند.

مساحت این واحد ۴۴,۸۷هکتار معادل ۰/۸۷ درصد کل اراضی است.

۹,۹–سری خاک‌های شماره نهبا قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی و شوری متوسط، قلیائیت کم با شیب کلی ۲-۰درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشند. مساحت این واحد ۱۱,۵۷ هکتار معادل ۰/۲۲ درصد کل اراضی است.

۹,۱۰–سری خاک‌های شماره نهبا قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط و شوری کم، شیب کلی ۲-۰و جانبی ۵-۲ درصد با پستی و بلندی کم و بدون فرسایش می‌باشند. مساحت این واحد ۹ هکتار معادل ۰/۱۷ درصد کل اراضی است.

جدول(۴-۱۰): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۲۳۳ (پروفیل شاهد سری ۹)

شماره پروفیل یا مته : P - ۲۳۳										نام سری خاک :نه
کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد اشباع	بافت	نسبت جذب	درصد ذرات خاک			افق	عمق
%	گل اشباع	ds / m	%		سدیم	Sand	Silt	Clay		Cm
0.2	7.6	0.8	31	SiL	0.43	22	59	19	Ap	0-20
0.4	7.8	0.9	33	L	0.70	33	48	19	Bw	20-40
0.4	7.8	0.7	32	L	0.27	43	44	13	2BC	40-90
0.1	7.9	0.6	36	L	0.30	31	46	23	C1	90-110
0.1	8.0	1.8	32	SL	1.48	61	28	11	C2	110-160

مواد خنثی شونده	ظرفیت تبادل	گچ	آنیونهای محلول			Soluble Anions	Soluble Cations کاتیونهای محلول			عمق
	C.E.C		meq / Lit				meq / Lit			
%	gr soil / 100 meq		So4--	Cl-	HCO3-	CO3--	Na+	Mg++	Ca++	Cm
25.5	-	1.0	4.3	2.1	1.6	ND	1.1	1.0	5.7	0-20
37.4	-	2	2.5	5.2	1.2	ND	1.8	1.9	4.7	20-40
36.7	-	2	5.1	4.2	0.8	ND	0.7	0.9	5.7	40-90
34.7	-	1	3.0	3.1	0.6	ND	0.7	0.9	4.7	90-110
33.4	-	1.0	7	10.4	0.4	ND	5.2	3.8	8.5	110-160

۴-۱-۱۰- سری خاک‌های شماره ده(Soil Series (No.10

این سری خاک‌ها با شماره ۱۰,۱ تا ۱۰,۶ مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزءخاک‌هایfine- Loamy,Mixed,Hyperthermic,Typic Haplustepts می‌باشد.

خاکی است بسیار عمیق به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد روشن در حالت خشک و به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد تیره در حالت مرطوب، با بافت سنگین (Clay Loam) و ساختمان فشرده افق (A) می‌باشد که بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد با بافت خیلی سنگین (Silty Clay) و ساختمان مکعبی گوشه‌دار متوسط و نسبتاً قوی که به مکعبی گوشه‌دار ریز و نسبتاً قوی می شکند افق (Bw1) قرار دارد. طبقات فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه ای مایل به زرد با بافت خاک خیلی سنگین (Silty Clay) و

ســـــاختمـــــان مکعبی گوشه‌دار متوسط و نسبتاً قوی که به مکعبی گوشه‌دار ریز و قوی می شکند که ۲ درصد آهک به فرم کانکریشن مشاهده می‌شود، افق (Bw2) قرار دارند. این لایه بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای تیره با بافت خیلی سنگین (Silty Clay) و ســـــاختمـــــان مکعبی گوشه‌دار متوسط و ضعیف که به مکعبی گوشه‌دار ریز و ضعیف می شکند افق (Bw3)واقع شده است. طبقات فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای با بافت سنگین (Clay Loam) و ســـــاختمـــــان فشرده که به مکعبی گوشه‌دار درشت و ضعیف می‌شکند افق (C) قرار دارند.

مساحت این سری خاک ۴۳۱,۵۸ هکتار معادل ۸/۳۴ درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک عموماً در حالت مرطوب از قهوه‌ای مایل به زرد $(10YR\frac{5}{6})$ تا قهوه‌ای مایل به زرد تیره $(7.5YR\frac{4}{6})$ متغیر می باشد. در قسمتهایی رنگ قهوه‌ای تیره، قهوه ای مایل به زرد روشن و رنگ قهوه‌ای هم دیده می شود.

- بافت خاک در لایه‌های نیمرخ خاک از خیلی سنگین (Silty Clay) تا سنگین (Clay Loam) متغیر می‌باشد و بافت خاک سطحی از متوسط (Loam) تا سنگین (Clay) و در بعضی سطوح سبک گزارش شده است.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک‌ها دارای ۶ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشند.

۱۰,۱- سری خاک‌های شماره ده با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشند. مساحت این واحد ۲۲۲,۷۶ هکتار معادل ۴/۳۱ درصد کل اراضی است.

۱۰,۲- سری خاک‌های شماره ده با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی سنگین، شیب کلی ۲-۰ درصد و پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۴۸,۰۱ هکتار معادل ۰/۹۳ درصد کل اراضی است.

۱۰,۳- سری خاک‌های شماره ده با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی سبک،شیب کلی ۲-۰و جانبی ۲-۱ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۲۵,۴۰ هکتار معادل ۰/۴۹ درصد کل اراضی است.

۱۰,۴- سری خاک‌های شماره ده با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری کم و بدون قلیائیت، شیب کلی ۵-۲و جانبی ۲-۱ درصد، پستی و بلندی متوسط و بدون فرسایش آبی می‌باشند. مساحت این واحد ۱۵,۷۳ هکتار معادل ۰/۳۰ درصد کل اراضی است.

۱۰,۵- سری خاک‌های شماره ده با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری کم و بدون قلیائیت، شیب کلی ۲-۰ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۵۲,۹۶ هکتار معادل ۱/۰۲ درصد کل اراضی است.

۱۰,۶- سری خاک‌های شماره ده با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری زیاد و قلیائیت متوسط، شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۶۶,۷۲ هکتار معادل ۱/۲۹ درصد کل اراضی است.

جدول(۴-۱۱): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۳۱۱ (پروفیل شاهد سری ۱۰)

شماره پروفیل یا مته : P - 311										نام سری خاک : ده
کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد اشباع	بافت	نسبت جذب	درصد ذرات خاک			افق	عمق
%	گل اشباع	ds / m	%		سدیم	Sand	Silt	Clay		Cm
-	7.7	2.81	42.0	SiCL	0.84	8	56	36	A	0-20
-	7.5	2.07	43.7	SiC	0.60	5	54	41	Bw1	20-45
-	8.1	2.58	47.9	SiCL	1.38	10	52	38	Bw2	45-90
-	7.8	9.42	47.5	SiCL	9.15	3	64	33	Bw3	90-140

مواد خنثی شونده	ظرفیت تبادل کاتیونی	گچ	آنیونهای محلول Soluble Anions				کاتیونهای محلول Soluble Cations				عمق
			meq / Lit				meq / Lit				
%		meq / 100 gr soil	So4--	Cl-	HCO3-	CO3--	Na+	Mg++	Ca++		Cm
19.2	-	2.3	14.0	12.5	1.8	ND	4.0	1.0	21.7		0-20
38.9	-	1	14.4	6.2	0.4	ND	2.5	1.0	16.1		20-45
28.3	-	1.2	11.1	10.4	1.6	ND	6	8.5	10.4		45-90
38.0	-	0.8	36.5	54.1	1.2	ND	55.6	7.6	29.3		90-140

۴-۱-۱۱- سری خاک‌های شماره یازده (Soil Series (No.11)

این سری خاک‌ها با شماره *۱۱,۱* تا *۱۱,۶* مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزءخاک‌هایSandy,Calcareous, Hyperthermic,Typic Ustipsammentsطبقه بندی شده اند.

خاکی است بسیار عمیق به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد، با بافت سبک (Loamy Sand) و ساختمان توده‌ای کهبه ساختمان تک دانه‌ای می‌شکند افق (Ap) بر روی طبقـه‌ای به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای با بافت درشت (Sand) و ساختمان تک دانه ای افق (C1) قرار گرفته است، طبقات فوق بر روی لایه‌ای به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای با بافت درشت (Sand) و ساختمان تک دانه ای و حاوی ۱۵-۳ درصد سنگریزه ریز،

افق (C2) قرار دارند. لایه‌های فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد با بافت درشت (Sand)، ساختمان تک دانه‌ای و ۱۵ درصد سنگریزه متوسط، افق (C3) قرار گرفته‌اند.

مساحت این سری خاک 422.71 هکتار معادل 8/17 درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک عموماً در حالت مرطوب از قهوه‌ای مایل به زرد تیره $(10YR\frac{4}{6})$ و قهوه‌ای مایل به زرد $(10YR\frac{5}{6})$ تا قهوه‌ای $(10YR\frac{5}{3})$ متغیر بوده و گاه رنگ‌های قهوه‌ای تیره $(7.5YR\frac{5}{6})$ و زرد مایل به قهوه ای $(10YR\frac{6}{8})$ نیز ملاحظه می گردد.

- شوری و قلیائیت در این اراضی از بدون شوری و قلیائیت تا شوری و قلیائیت کم و در بعضی سطوح شوری و قلیائیت متوسط متغیر است.

- بافت خاک سطحی از سبک (Loamy Sand) تا متوسط (Loam) متغیر است.

- در بعضی قسمتها طبقه زیری حاوی کمتر از ۱۵ درصد سنگریزه است.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک‌ها دارای ۷ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشند.

۱۱,۱- سری خاک‌های شماره دوازده با قابلیت نفوذ سریع و بافت خاک سطحی متوسط، شیب کلی ۲-۰درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد۷۵,۰۹ هکتار معادل ۱/۴۵ درصد کل اراضی است.

۱۱,۲- سری خاک‌های شماره دوازده با قابلیت نفوذ سریع و بافت خاک سطحی سبک، شیب کلی ۲-۰درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۸۷,۱۲ هکتار معادل ۱/۶۸ درصد کل اراضی است.

۱۱,۳- سری خاک‌های شماره دوازده با قابلیت نفوذ سریع و بافت خاک سطحی سبک،با شیب کلی و جانبی ۵-۲ درصد، همراه با پستی و بلندی متوسط و فرسایش آبی کم می‌باشند.

مساحت این واحد ۷۴,۰۴هکتار معادل ۱/۴۳ درصد کل اراضی است.

۱۱,۴- سری خاک‌های شماره دوازده با قابلیت نفوذ خیلی سریع و بافت خاک سطحی سبک، شیب کلی ۲-۰درصد و شیب جانبی ۲-۱درصد،با پستی و بلندی متوسط و بدون فرسایش آبی می‌باشند. مساحت این واحد ۳۳,۹۸ هکتار معادل ۰/۶۶ درصد کل اراضی است.

۱۱,۵- سری خاک‌های شماره دوازده با قابلیت نفوذ سریع و بافت خاک سطحی متوسط، شیب کلی ۲-۰ درصد، همراه با پستی و بلندی و فرسایش آبی کم می‌باشند.

مساحت این واحد ۱۱۳,۲۵ هکتار معادل ۲/۱۹ درصد کل اراضی است.

۱۱,۶- سری خاک‌های شماره دوازده با قابلیت نفوذ سریع و بافت خاک سطحی متوسط، محدویت متوسط شوری و قلیائیت کم، شیب کلی ۲-۰درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش آبی می‌باشند. مساحت این واحد ۳۹,۲۲هکتار معادل ۰/۷۶ درصد کل اراضی است.

جدول(۴-۱۲): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۲۹ (پروفیل شاهد سری ۱۱)

شماره پروفیل یا مته : P - ۲۹										نام سری خاک : یازده
عمق	افق	درصد ذرات خاک			نسبت جذب	بافت	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته	کربن آلی
Cm		Clay	Silt	Sand	سدیم		%	ds / m	گل اشباع	%
0-35	Ap	5.0	10.0	85	0.82	LS	26.5	1.91	7.7	0.06
35-90	C1	3.0	4	93	2.80	S	23.8	2.42	8.0	0.01
90-120	C2	3.0	2	95	1.60	S	22.8	1.40	8.0	0.20
120-155	C3	3.0	4	93	0.33	S	22.4	2.98	7.8	0.01

عمق	Soluble Cations محلول کاتیونهای meq / Lit			Soluble Anions آنیونهای محلول meq / Lit				گچ	ظرفیت تبادل کاتیونی	مواد خنثی شونده
Cm	Ca++	Mg++	Na+	CO3--	HCO3-	Cl-	So4--	meq / 100 gr soil		%
0-35	9.0	9.0	2.5	ND	4.0	3.0	15.5	ND	2.5	26.6
35-90	12.0	4.0	7.9	ND	3.6	8.0	14.3	ND	0.8	21.7
90-120	9.0	1.0	3.6	ND	4.8	4.0	5.8	ND	1.1	19.9
120-155	20.0	2.5	8.1	ND	4.9	9.0	18.0	ND	2	26.0

۴-۱-۱۲-سری خاک‌های شماره دوازده(Soil Series (No.12)

این سری خاک‌ها با شماره ۱۲,۱ تا ۱۲,۳ مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزءخاک‌های:Fine-Loamy,Mixed,Active,Hyperthermic,CalcicHaplosalids می‌باشد.

خاکی است بسیار عمیق به رنگ قهوه‌ای، با بافت متوسط (Silty Loam) و ساختمان توده‌ای کهبه ساختمان تک‌دانه‌ای می‌شکند و همراه با شوری بسیار زیاد، افق (Az) بر روی طبقه‌ای به رنگ قهوه‌ای با بافت متوسط (Silty Loam) و ساختمان مکعبی گوشه‌دار متوسط و ضعیفکه به ساختمان مکعبی گوشه‌دار ریز و ضعیف می‌شکند و حاوی ۵ درصد آهک ثانویه و شوری بسیار زیاد، افق (Bkz1) قرار گرفته است، طبقات فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای تیره با بافت سنگین (Silty Clay Loam) و ساختمان مکعبی گوشه‌دار متوسطو نسبتاً قوی که به ساختمان مکعبی ریز و ضعیف می‌شکند، افق (Bkz2) و شوری بسیار

زیاد، همراه با ۵ درصد آهک ثانویه، قرار دارند. لایه‌های فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای تیره با بافت سنگین (Sandy Clay Loam) و ترکیبی از ساختمان مکعبی گوشه‌دار متوسطو ضعیف و مکعبی گوشه‌دار ریز و ضعیف که به ساختمان تک دانه‌ای می شکند همراه با شوری بسیار زیاد افق (Bz) قرار گرفته‌اند و در نهایت بر روی لایه ای به رنگ قهوه‌ای تیره با بافت متوسط (Silty Loam) و ساختمان تک دانه‌ای و شوری بسیار زیاد افق (Cz) واقع شده اند.

مساحت این سری خاک ۲۹۷,۷۱ هکتار معادل ۵/۷۶ درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک عموماً در حالت مرطوب از قهوه‌ای مایل به زرد $(10YR\frac{5}{6})$ تا قهوه‌ای تیره $(7.5YR\frac{5}{6})$ متغیر بوده و گاه رنگ‌های قهوه‌ای $(7.5YR\frac{4}{4})$، قهوه‌ای مایل به زرد تیره $(10YR\frac{4}{6})$ و قهوه ای مایل به زرد روشن $(10YR\frac{6}{4})$ نیز ملاحظه می گردد.

- بافت خاک در طبقات نیمرخ از متوسط (Silty Loam) تا سنگین (Silty Clay Loam) و (Sandy Clay Loam) تفاوت نشان می‌دهد.

- میزان شوری و قلیائیت این اراضی در حد شدید تا بسیار شدید، متغیر است.

- وجود کریستال‌های نمک و افق سالیک و وجود مقادیر کمی تجمع سنگریزه (کمتر از ۱۰ درصد) و مقادیر کمی گچ و آهک ثانویه در لایه‌های سطحی و تحتانی و در برخی موارد در زیر بخش کنترل خاک که میزان آن عمدتا کمتر از ۵ درصد می‌باشد، قابل ملاحظه است.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک‌ها دارای ۳ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشند.

۱۲,۱- سری خاک‌های شماره دوازده با قابلیت نفوذ خاک زیرین و بافت خاک سطحی متوسط، نفوذپذیری خاک سطحی بین ۱ تا ۲ سانتیمتر در ساعت، محدویت بسیار شدید شوری و محدودیت شدید قلیائیت، شیب کلی ۰ تا ۲درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۲۱۲ هکتار معادل ۲/۷۲ درصد کل اراضی است.

۱۲,۲- سری خاک‌های شماره دوازده با قابلیت نفوذ خاک زیرین و بافت خاک سطحی متوسط، نفوذ پذیری خاک سطحی بین ۱ تا ۲ سانتیمتر در ساعت، محدویت بسیار شدید شوری و محدودیت شدید قلیائیت، شیب کلی ۰ تا ۲درصد و جانبی ۲ تا ۵درصد، با پستی و بلندی متوسط و فرسایش آبی کم می‌باشند. مساحت این واحد ۹۹هکتار معادل ۱/۲۷ درصد کل اراضی است.

۱۲,۳- سری خاک‌های شماره دوازده با قابلیت نفوذ خاک زیرین متوسط و بافت خاک سطحی سنگین،نفوذ پذیری خاک سطحی بین ۱ تا ۲ سانتیمتر در ساعت، محدویت شدید شوری و محدودیت متوسط قلیائیت، شیب کلی ۰ تا ۲درصد، با پستی و بلندی جزئی و بدون فرسایش آبی می‌باشند.

مساحت این واحد ۱۱۴ هکتار معادل ۱/۴۷ درصد کل اراضی است.

جدول(۴-۱۳): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۱۲۱ (پروفیل شاهد سری ۱۲)

شماره پروفیل یا مته ۱۲۱: - P										نام سری خاک : دوازده
کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد اشباع	بافت	نسبت جذب	درصد ذرات خاک			افق	عمق
%	گل اشباع	ds / m	%		سدیم	Sand	Silt	Clay		Cm
0.2	7.9	38.6	32.5	SiL	41.3	20.00	64.0	16.00	Az	0-17
0.2	7.9	94.9	45.0	SiL	121.3	11.5	60	28.5	Bz1	17-44
0.2	7.9	50.0	39.8	SiCL	48.6	10	54	36	Bz2	44-90
0. 1	7.8	52.4	35.5	SCL	45.4	57	22	21	Bz3	90-115
0. 1	7.92	52.4	38.00	SiL	43.1	31.5	52	16.5	Cz	115-140

مواد خنثی شونده	ظرفیت تبادل کاتیونی	گچ	آنیونهای محلول Soluble Anions				Soluble Cations محلول کاتیونهای			عمق
			meq / Lit				meq / Lit			
%	meq / 100 gr soil		So4--	Cl-	HCO3-	CO3--	Na+	Mg++	Ca++	Cm
32.6	9	3.3	103.2	280.5	1.2	ND	305.6	12.3	42.5	0-17
39.4	12	2.6	121.0	880.0	2.2	ND	966.0	18.0	45.4	17-44
33.8	13	3.7	114.0	382.0	1.2	ND	375	19.8	39.7	44-90
34.7	11.3	3	109.0	409.0	2.0	ND	425.8	39.7	48.2	90-115
34.7	7.0	2.2	105	416.7	1.8	ND	425.8	47.3	50.1	115-140

۴-۱-۱۳- سری خاک‌های شماره سیزده(Soil Series (No.13

این سری خاک‌ها با شماره ۱۳,۱ تا ۱۳,۳ مشخص شده و در سیستم طبقه‌بندی جامع خاک جزءخاک‌هایCoarse- Loamy,gypsic,Hyperthermic,GypsicHaplosalids می‌باشد.

خاکی است بسیار عمیق به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد روشن در حالت خشک و قهوه‌ای مایل به زرد تیره در حالت مرطوب با بافت متوسط (Silty Loam) و ساختمان توده‌ای کهبه ساختمان تک دانه‌ای می‌شکند با شوری بسیار زیاد، افق (Az). این لایه بر روی طبقـه‌ای به رنگ قهوه‌ایمایل به خاکستری تیره با بافت متوسط (Silty Loam) و ساختمان توده ای که به مکعبی گوشه‌دار متوسط و ضعیف می‌شکند، ۲۰ درصد

مخلوط گچ و نمک با شوری بسیار زیاد، افق (Byz1) قرار گرفته است، طبقات فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد با بافت متوسط (Sandy Loam)، شوری بسیار زیاد و ۴۰ درصد مخلوط گچ و نمک با ساختمان توده‌ای کهبه ساختمان تک دانه‌ای می‌شکند، افق (Byz2) قرار دارند. لایه‌های فوق بر روی لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد تیره با بافت متوسط (Loam)، شوری متوسط و ۵۰ درصد مخلوط گچ و نمک که حدود ۴۰ درصد آن گچ می باشد با ساختمان توده‌ایکه به ساختمان تک دانه‌ای می‌شکند افق (By1) قرار گرفته و در تحتانی‌ترین قسمت، لایه ای به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد با بافت متوسط (Loam) و ساختمان توده ای، شوری بسیار زیاد و ۲۰ درصد مخلوط گچ و نمک، افق (By2) قرارگرفته است .

مساحت این سری خاک ۱۹۵,۱۵ هکتار معادل ۳/۷۷ درصد کل اراضی است.

حدود تغییرات

- رنگ خاک عموماً در حالت مرطوب از قهوه‌ای مایل به زرد $(10YR\frac{5}{6})$ و قهوه‌ای مایل به زرد تیره $(10YR\frac{4}{4})$ تا قهوه‌ای $(10YR\frac{4}{3})$ متغیر بوده و گاه رنگ‌های قهوه‌ای مایل به خاکستری $(10YR\frac{4}{2})$ و زرد مایل به قهوه ای $(10YR\frac{6}{6})$ نیز ملاحظه می گردد.

- بافت خاک سطحی از سبک (Loamy Sand) تا متوسط (Loam) تفاوت نشان می‌دهد.

- همچنین مقادیر مختلفی (۲ تا ۵۰ درصد) از بلورهای گچ در لایه‌های مختلف خاک مشاهده می‌شود.

واحدهای مجزا شده

این سری خاک‌ها دارای ۳ واحد مجزا شده به شرح زیر می‌باشند.

۱۳,۱- سری خاک‌های شماره سیزده با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی سبک، محدویت بسیار زیاد شوری و محدودیت زیاد قلیائیت، شیب کلی ۰ تا ۲درصد، با پستی و بلندی جزئی،بدون فرسایش آبی و محدودیت متوسط ناشی از عمق آب زیرزمینی می‌باشد.

مساحت این واحد ۱۱۱,۷۸ هکتار معادل ۲/۱۶ درصد کل اراضی است.

۱۳,۲- سری خاک‌های شماره سیزده با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، محدویت بسیار زیاد شوری و محدودیت زیاد قلیائیت، شیب کلی ۰ تا ۲درصد، با پستی و بلندی جزئی و بدون فرسایش آبی می‌باشد. مساحت این واحد ۵۴,۲۸ هکتار معادل ۱/۰۵ درصد کل اراضی است.

۱۳,۳- سری خاک‌های شماره سیزده با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، محدویت زیاد شوری و محدودیت متوسط قلیائیت است با شیب کلی ۰ تا ۲درصد و بدون فرسایش آبی می‌باشد.

مساحت این واحد ۲۹,۱۰ هکتار معادل ۰/۵۶ درصد کل اراضی است.

جدول(۴-۱۴): نتایج تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک پروفیل شماره ۳۲ (پروفیل شاهد سری ۱۳)

شماره پروفیل یا مته : P۳۲ -										نام سری خاک :سیزده
کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد اشباع	بافت	نسبت جذب	درصد ذرات خاک (قطر بر حسب میلیمتر)			افق	عمق
%	گل اشباع	ds / m	%		سدیم	Sand	Silt	Clay		Cm
0.2	8.1	33.3	47.4	SiL	33.1	42	50	8	Az	0-10
0. 1	8.2	42.8	52.8	SiL	43.3	30	52	18	Byz1	10-30
0. 1	7.9	43.1	38.3	SL	47.2	72	12	16	Byz2	30-70
0. 1	8.1	14.9	51.1	L	16.3	42	44	14	By1	70-100
0. 1	8.1	13.2	54.1	L	19.8	50	30	20	By2	100-150

مواد خنثی شونده	ظرفیت تبادل کاتیونی	گچ	آنیونهای محلول			Soluble Anions meq / Lit	Soluble Cations محلول کاتیونهای meq / Lit			عمق
%	meq / 100 gr soil		So4--	Cl-	HCO3-	CO3--	Na+	Mg++	Ca++	Cm
12.5	13.2	29.9	120.0	178.8	2.8	ND	265.0	19.8	44.4	0-10
37.4	13.4	16.4	148.0	269.5	2.6	ND	360.0	32.1	36.9	10-30
23.4	9	10.1	136.0	291.2	2.2	ND	375.5	28.4	35.0	30-70
28.4	10.6	40.0	89.9	57.2	1.6	ND	106.6	12.3	30.2	70-100
16.4	9.7	12.8	75.8	56.2	1.4	ND	104.1	2.8	24.8	100-150

۴-۱-۱۴-اراضی متفرقه

۱- بستر رودخانه و آبکندها

مساحت این اراضی ۴۹,۷۵ هکتار معادل ۰/۹۶ درصد کل اراضی است.

۲- مناطق مسکونی و تاسیسات و روستاها

مساحت این اراضی ۱۴ هکتار معادل ۰/۲۷ درصد از کل اراضی است.

۳- زهکش اصلی

مساحت این اراضی ۶۶,۹۷ هکتار معادل ۱/۲۹ درصد از کل اراضی است.

۴-۲- کلاس و تحت کلاس‌های اراضی برای آبیاری ثقلی

مطالعات و بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در اراضی پنج کلاس شامل نوزده تحت کلاس و سه واحد اراضی متفرقه مشخص و در طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری ثقلی منعکس گردیده که خصوصیات هر یک از آنها به شرح زیر است.

۱-اراضی کلاس I

این اراضی فاقد هر گونه محدودیتی به لحاظ زراعت آبی می‌باشند.

مساحت این اراضی ۱۱۶۶,۷۰ هکتار یا ۲۲/۵۶درصد کل اراضی است.

۲-اراضی کلاس II

این اراضی دارای محدودیت‌هایی با درجه کم می‌باشند که ممکن است مربوط به خاک، شوری، توپوگرافی یا زهکشی باشد. اراضی مذکور گرچه قابل کشت است ولی در مقایسه با اراضی کلاس یک و در شرایط مساوی از پتانسیل کمتری برخوردار بوده و به همین دلیل انتخاب گیاهان زراعی محدودتر، هزینه‌های مصرفی بیشتر و در نتیجه سود خالص آن نسبت به اراضی کلاس یک کمتر خواهد بود. مساحت این اراضی ۲۱۵۳,۷۴ هکتار برابر ۴۱/۶۴ درصد کل اراضی است.

اراضی کلاس دو دارای هشت تحت کلاس به شرح زیر است.

IIA- اراضی باقابلیت نفوذ متوسط وبافت خاک سطحی متوسط در برخی سطوح سنگین،شوری کم و بدون قلیائیت، شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۲-۱ درصد در برخی قسمتها بدون شیب جانبی، بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشد. مساحتآن ۲۸۶,۸۲ هکتار ۵/۵۵ درصد کل اراضی است.

IIAS–اراضی باقابلیت نفوذ خاک زیرین و بافت خاک سطحی متوسط و قابلیت نفوذ خاک سطحی بین ۲-۱ سانتیمتر در ساعت، شوری کم و بدون قلیائیت، شیب کلی ۲-۰ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشد. مساحتآن ۹۷,۳۱ هکتار برابر۱/۸۸ درصد کل اراضی است.

IIS– اراضی باقابلیت نفوذ متوسط تا سریع وبافت خاک سطحی سبک تا متوسط،بدون محدودیت نفوذپذیری در برخی سطوح با قابلیت نفوذ خاک سطحی بین ۲-۱ سانتیمتر در ساعت، شیب کلی ۲-۰ و بدون شیب جانبی در برخی سطوح با شیب جانبی ۲-۱ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشد. مساحتآن ۴۰۳,۴۵ هکتار برابر ۷/۸۰ درصد کل اراضی است.

IIT– اراضی باقابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی متوسط تا سنگین، شیبکلی۲-۰درصد و بدون شیب جانبی در برخی سطوح با شیب جانبی ۲-۱ درصد، کمی پستی و بلندی و بدون فرسایش آبی تا کمی فرسایش می‌باشد. مساحتآن ۵۶۰,۹۰ هکتاربرابر ۱۰/۸۴ درصد کل اراضی است.

IIST- اراضی باقابلیت نفوذ متوسط تا سریع وبافت خاک سطحی سبک تا متوسط،در قسمت‌هایی دارای لایه محدودکننده سنگی درعمق۱۲۰-۸۰ سانتیمتری از سطح خاک، شیب کلی ۲-۰وجانبی ۲-۱ درصد در برخی قسمتها بدون شیب جانبی، دارای کمی پستی وبلندی و بدو نفرسایش آبی در قسمتی از اراضی با کمی فرسایش می‌باشد.مساحت آن۲۸۰,۶۴ هکتار برابر ۵/۴۳درصد کل اراضی است.

IIAT- اراضی با قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی متوسط، شوری کم و بدون قلیائیت و در برخی سطوح بدون شوری با قلیائیت کم می‌باشند که دارای شیب کلی ۲-۰ درصد و در برخی قسمتها با شیب جانبی

۲-۱ یا ۵-۲ درصد گاه بدون شیب جانبی، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش تا کمی فرسایش آبی می‌باشند. مساحت آن ۳۸۳,۷۲ هکتار برابر ۷/۴۲ درصد کل اراضی است.

IISTW- اراضی باقابلیت نفوذ سریع وبافت خاک سطحی سبک،شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۵-۲ درصد، پستی و بلندی و فرسایش و محدودیت آب زیرزمینی کم می‌باشد.

مساحتآن ۵۳,۰۸ هکتاربرابر ۱/۰۳ درصد کل اراضی است.

IIAST- اراضی با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی سبک تا متوسط، دارای شوری کم و لایه محدودکننده سنگی در عمق ۱۲۰-۸۰ سانتیمتری از سطح خاک، در برخی قسمتها بدون این محدودیتها، شیب کلی ۲-۰ درصد و در قسمتی از اراضی با شیب جانبی ۲-۱ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش که در قسمتی از اراضی دارای فرسایش کم می‌باشد.

مساحت آن ۸۷,۸۲ هکتار برابر ۱/۷۰ درصد کل اراضی است.

۳-اراضی کلاس III

درجه محدودیت‌ها در این کلاس متوسط و منشاء آنها ممکن است مربوط به خاک، شوری، توپوگرافی یا زهکشی باشد. در این کلاس تعداد گیاهان زراعی را که می‌توان کشت نمود نسبت به اراضی کلاس دو کمتر، هزینه‌های آماده‌سازی زمین بیشتر و در نتیجه سود خالص نسبت به اراضی کلاس دو کمتر خواهد بود. مساحت این اراضی در محدوده طرح ۸۸۲,۴۱ هکتار برابر ۱۷/۰۶ درصد کل اراضی است.

اراضی کلاس سه دارای هشت تحت کلاس به شرح زیر است.

IIIA- اراضی با قابلیت نفوذ خاک زیرین متوسط تا سریع و بافت خاک سطحی سبک تا سنگین و نفوذ خاک سطحی بدون محدودیت که در برخی سطوح با قابلیت نفوذ بین ۱ تا ۲ سانتیمتر در ساعت است و شوری متوسط و قلیائیت کم، در برخی قسمتها با ۱۵-۳ درصد سنگدانه درشت در خاک سطحی، شیب

کلی ۲-۰ درصد و در برخی قسمتها با شیب جانبی ۲-۱ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش در برخی قسمتها با کمی پستی و بلندی و فرسایش می‌باشد.

مساحت آن ۳۸۹,۵۵ هکتار برابر ۷/۵۳ درصد کل اراضی است.

IIIAS- اراضی با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، شوری متوسط و قلیائیت کم، لایه محدودکننده سنگی در عمق ۸۰-۵۰ سانتیمتری از سطح خاک، شیب کلی ۲-۰ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش می‌باشد. مساحت آن ۱۶,۸۷ هکتار برابر ۰/۳۳ درصد کل اراضی است.

IIIAST- اراضی با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی درشت، شوری متوسط و قلیائیت کم، شیب کلی و جانبی ۵-۲ درصد، پستی و بلندی متوسط، فرسایش و رسوبگذاری و محدودیت آب زیرزمینی کم می‌باشد. مساحت آن ۳۰,۵۱ هکتار برابر ۰/۵۹ درصد کل اراضی است.

IIIS- اراضی با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، دارای لایه محدودکننده سنگی در عمق ۸۰-۵۰ سانتیمتری از سطح خاک، شوری کم در بخشی از اراضی با شیب کلی ۲-۰ درصد و بدون شیب جانبی و پستی و بلندی و فرسایش است که در برخی سطوح با شیب جانبی ۲-۱ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش می‌باشند. مساحت آن ۱۴۴,۶۰ هکتار برابر ۲/۸۰ درصد کل اراضی است.

IIIST- اراضی با قابلیت نفوذ خاک زیرین خیلی سریع و بافت خاک سطحی سبک، شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۲-۱ درصد با پستی و بلندی متوسط و بدون فرسایش است که در برخی سطوح با قابلیت نفوذ خاک زیرین متوسط، بافت خاک سطحی سبک، لایه محدودکننده سنگی در عمق ۸۰-۵۰ سانتیمتری از سطح خاک با شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۵-۲ درصد، پستی و بلندی متوسط و فرسایش آبی کم می‌باشند.

مساحت آن ۳۳,۹۸ هکتار برابر ۰/۶۶ درصد کل اراضی است.

IIISTW- اراضی با قابلیت نفوذ متوسط و بافت خاک سطحی درشت، شیب کلی و جانبی ۵-۲ درصد همراه با پستی و بلندی، فرسایش آبی و رسوبگذاری کم و محدودیت متوسط آب زیرزمینی می‌باشد. مساحت آن ۳۴,۱۸ هکتار برابر ۰/۶۶ درصد کل اراضی است.

IIIT- اراضی با قابلیت نفوذ متوسط تا سریع و بافت خاک سطحی سبک تا متوسط که در بخشی از اراضی محدودیت کم شوری دارند با شیب کلی ۲-۰ و در قسمتی از اراضی ۵-۲ درصد و شیب جانبی ۲-۱ در قسمتی از اراضی ۵-۲ درصد یا بدون شیب جانبی، همراه با پستی و بلندی متوسط و فرسایش آبی کم تا متوسط و در برخی قسمتها بدون فرسایش می‌باشد.

مساحت آن ۱۴۹,۶۹ هکتار برابر ۲/۸۹ درصد کل اراضی است.

IIIW- اراضی با قابلیت نفوذ متوسط، بافت خاک سطحی سبک، شوری کم و بدون قلیائیت، با شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۵-۲ درصد، پستی و بلندی و فرسایش آبی کم و با محدودیت متوسط آب زیرزمینی است که در برخی سطوح با قابلیت نفوذ خاک زیرین و بافت خاک سطحی متوسط، قابلیت نفوذ خاک سطحی بین ۲-۱ سانتیمتر در ساعت، شوری کم و بدون قلیائیت با شیب کلی ۲-۰ و جانبی ۵-۲ درصد، پستی و بلندی و فرسایش آبی کم و محدودیت متوسط آب زیرزمینی است.

مساحت آن ۸۳/۰۳ هکتار برابر ۱/۶۱ درصد کل اراضی است.

۴-اراضی کلاس IV

قابلیت کشت اراضی کلاس چهار بدلیل وجود محدودیت‌هایی با درجه زیاد محدود است بدین معنی که نمی‌توان گیاهان زراعی را بصورت معمول در این اراضی کشت نمود. منشاء محدودیت‌ها در این کلاس ممکن است مربوط به خاک یا توپوگرافی باشد. نوع و درجه محدودیت‌ها در اراضی کلاس چهار به گونه‌ای است که می‌بایست با برنامه‌ریزی‌های ویژه، انتخاب گیاهانی مناسب و اعمال مدیریتی خاص اراضی را

تحت کشت در آورد. در این زمینه می‌توان به آبیاری تحت فشار در اراضی شیب دار و پست و بلندی اشاره نمود. مساحت این اراضی ۲۶,۲۷ هکتار برابر۰/۵۱ درصد کل اراضی است.

اراضی کلاس چهار دارای یک تحت کلاس به شرح زیر است.

IVS- اراضی با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، دارای لایه محدود کننده سنگی در عمق ۵۰-۲۵ سانتیمتری از سطح خاک ، شوری متوسط و قلیائیت کم همراه با شیب کلی ۲-۰ درصد، پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی می‌باشد. مساحت آن ۲۶,۲۷ هکتار برابر ۰/۵۱ درصد کل اراضی است.

۵-اراضی کلاس V

اراضی با محدودیت نامشخص برای زراعتهای آبی با محدودیت بسیار شدید که اصلاح آنها مستلزم تدابیر اصلاحی بسیارمهمی است. در حال حاضر امکان احیاء این اراضی نامشخص است.

اراضی کلاس V تنها در محدوده مطالعات مشاهده گردیده و با مساحتی بالغ بر ۸۱۲,۶۸ هکتار برابر ۱۵/۷۱ درصد درصد کل اراضی است. شامل یک تحت کلاس به شرح زیر می باشد:

VA- اراضی با قابلیت نفوذ خاک زیرین متوسط تا سریع و بافت خاک سطحی سبک تا سنگین، بدون محدودیت نفوذ خاک سطحی در برخی سطوح با قابلیت نفوذ خاک سطحی بین ۲-۱ سانتیمتر در ساعت، شوری زیاد تا بسیار زیاد و قلیائیت متوسط تا زیاد می‌باشند که شیب اصلی ۲-۰ در برخی سطوح ۵-۲ درصد و شیب جانبی ۲-۱ در برخی سطوح ۵-۲ درصد و گاه بدون شیب جانبی، بدون پستی و بلندی در برخی سطوح با پستی و بلندی کم تا متوسط و بدون فرسایش تا فرسایش آبی کم و با محدودیت متوسط آب زیرزمینی در برخی سطوح است. مساحت آن ۸۱۲,۶۸ هکتار برابر ۱۵/۷۱ درصد کل اراضی است.

۶-اراضی متفرقه

اراضی متفرقه در محدوده طرح شامل سه واحد به شرح زیر است.

IV/U : شامل مناطق مسکونی، شهرک های در حال احداث و اراضی تخصیص یافته به تاسیسات صنعتی و روستاها می‌باشد. مساحت آن ۱۴ هکتار برابر ۰/۲۷ درصد کل اراضی است.

VI/RW : شامل اراضی بستر سنگلاخی رودخانه و مسیل‌ها است.

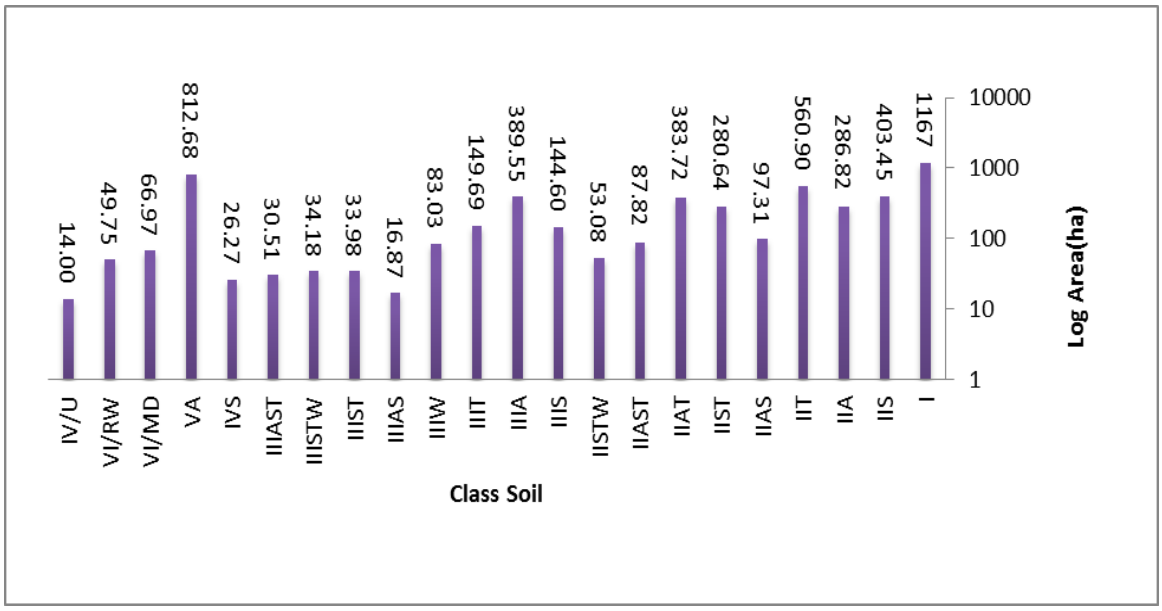
مساحت آن ۴۹,۷۵ هکتار برابر ۰/۹۶ درصد کل اراضی است.

VI/MD : شامل زهکش های اصلی و کانالهای انتقال آب است.

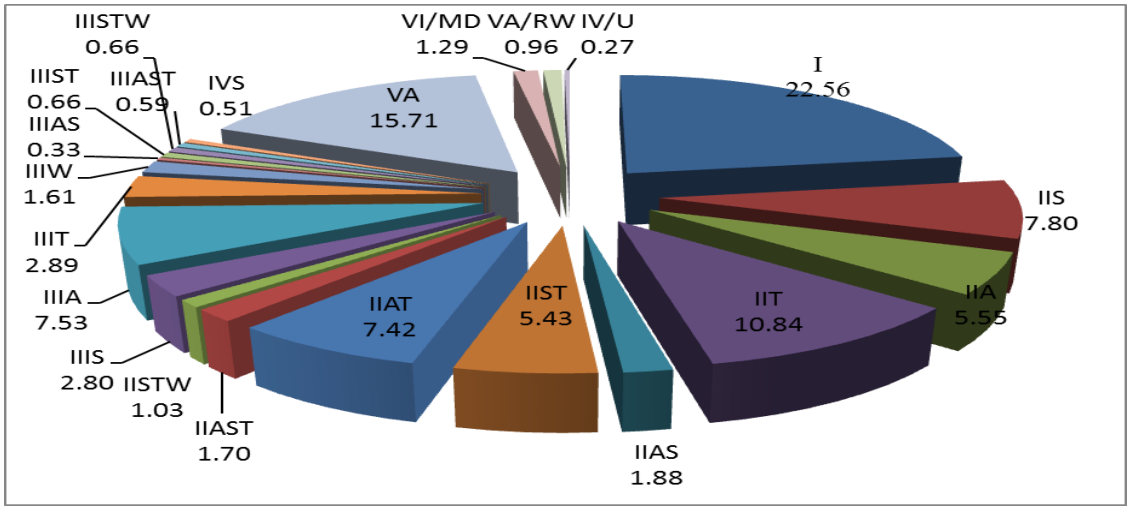
مساحت آن ۶۶,۹۷ هکتار برابر ۱/۲۹ درصد کل اراضی است.

جدول (۴-۱۵): مساحت و درصد کلاس و تحت کلاس آبیاری ثقلی

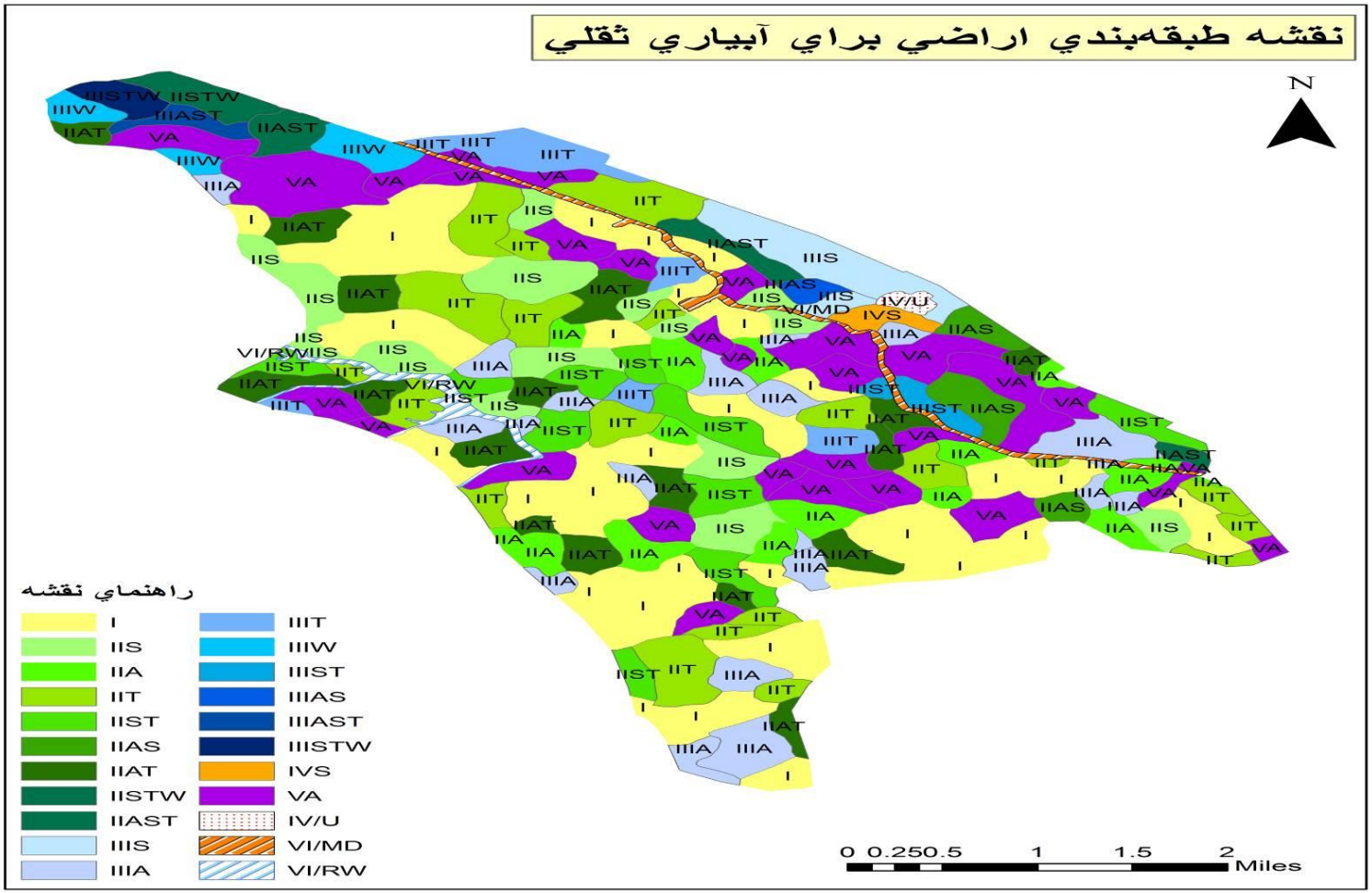
علائم		مساحت		درصد	
کلاس	تحت کلاس	کلاس	تحت کلاس	کلاس	تحت کلاس
I	I	۱۱۶۷.۷۰	۱۱۶۷,۷۰	۲۲/۵۶	۲۲/۵۶
II	IIS	۴۰۳,۴۵	۲۱۵۳,۷۴	۷/۸۰	۴۱/۶۴
	IIA	۲۸۶,۸۲		۵/۵۵	
	IIT	۵۶۰,۹۰		۱۰/۸۴	
	IIAS	۹۷,۳۱		۱/۸۸	
	IIST	۲۸۰,۶۴		۵/۴۳	
	IIAT	۳۸۳,۷۲		۷/۴۲	
	IISTW	۵۳,۰۸		۱/۰۳	
	IIAST	۸۷,۸۲		۱/۷۰	
III	IIIS	۱۴۴,۶۰	۸۸۲,۴۱	۲/۸۰	۱۷/۰۶
	IIIA	۳۸۹,۵۵		۷/۵۳	
	IIIT	۱۴۹,۶۹		۲/۸۹	
	IIIW	۸۳,۰۳		۱/۶۱	
	IIIST	۳۳,۹۸		۰/۶۶	
	IIIAS	۱۶,۸۷		۰/۳۳	
	IIISTW	۳۴,۱۸		۰/۶۶	
	IIIAST	۳۰,۵۱		۰/۵۹	
IV	IVS	۲۶,۲۷	۲۶,۲۷	۰/۵۱	۰/۵۱
V	VA	۸۱۲,۶۸	۸۱۲,۶۸	۱۵/۷۱	۱۵/۷۱
MIS	VI/RW	۴۹,۷۵	۱۳۰,۷۲	۰/۹۶	۲/۵۳
	VI/MD	۶۶,۹۷		۱/۲۹	
	IV/U	۱۴,۰۰		۰/۲۷	
	مجموع	۵۱۷۲,۵۱	۵۱۷۲,۵۱	۱۰۰	۱۰۰



شکل (۴-۱): مساحت تحت کلاسهای طبقه بندی اراضی برای آبیاری ثقلی



شکل (۴-۲): درصد تحت کلاسهای طبقه بندی اراضی برای آبیاری ثقلی



شکل (۴-۳): طبقه اراضی برای آبیاری ثقلی

۴-۳-تراوش‌پذیری خاک سطحی(Infiltration Rate)

برای انجام آزمایشات نفوذپذیری از مجموع سیزده سری و حالت‌های مختلف آن ۱۳ نقطه در مجاورت پروفیلهای شاهد و واحدهای مجزاشده آنها انتخاب شده و با استفاده از روش استوانه مضاعف (Double Ring) تراوش‌پذیری خاک سطحی با سه تکرار اندازه‌گیری شده است.

جدول(۴-۱۶): خلاصه نتایج آزمایشات اندازه‌گیری نفوذپذیری سطحی خاک

ردیف	سری	محل آزمایش		سرعت نفوذپذیری cm/h			بافت خاک سطحی	میانگین سرعت نفوذ پایه*
		نام ایستگاه	واحد مجزا شده	تکرار اول	تکراردوم	تکرار سوم	0-50	cm/h
۱	۱	INF1	۱,۱	۳,۳	۷,۰۱	۲,۸۹	SL+	۳,۰۹
۲	۲	INF2	۲,۲	۱۰,۷۹	۲,۶۶	۴,۵۵	SL	۳,۶۱
۳	۳	INF3	۳,۴	۱۲,۸۸	۱۱	۱۳,۱	SL	۱۲,۳
۴	۴	INF4	۴,۱	۷,۸۳	۷,۲۱	۷,۶۶	SL	۷,۵۶
۵	۵	INF5	۵,۶	۰,۹۱	۱,۷۴	۱,۳۵	L-SL	۱,۵۵
6	6	INF6	۶,۹	۴,۶۵	۱,۵۴	۳,۷۴	SL+	۴,۲
۷	۷	INF7	۷,۱	۲,۹۲	۳,۳۷	۷,۷۶	L	۳,۱۵
۸	۸	INF8	۸,۹	۴,۶۷	۲,۹۸	۲,۶۲	L	۲,۸
۹	۹	INF9	۹,۷	۳,۹۱	۰,۸۱	۴,۷۲	SL+	۴,۳۲
۱۰	۱۰	INF10	۱۰,۱	۳,۱۶	۲,۷۵	۱,۲۹	CL	۲,۰۲
۱۱	۱۱	INF11	۱۱,۳	۵,۶۳	۵,۱۳	۴,۴۴	SL	۵,۳۸
۱۲	۱۲	INF12	۱۲,۳	۱,۳۳	۱,۲۲	۰,۹۲	L	۱,۱۶
۱۳	۱۳	INF13	۱۳,۱	۱۳,۴۷	۱۰,۰۹	۲۰,۴۳	SL	۱۱,۷۸

*میانگین سرعت نفوذ پایه از دو رینگ مضاعف نزدیک بهم برداشت گردیده است.

۴-۴-شرح گروههای شوری و قلیائیت محدوده مطالعاتی

خاکهای محدوده مورد بررسی بر اساس شدت درجه شوری و قلیائیت و ترکیب این دو عامل با یکدیگر در ۷ گروه به شرح زیر طبقه بندی میشوند:

S0A0- اراضی بدون محدودیت شوری و قلیائیت به مساحت ۲۶۸۹,۹۱ هکتار یا ۵۲ درصد کل اراضی.

S1A0- اراضی با محدودیت شوری کم و بدون محدودیت قلیائیت به مساحت ۱۰۱۰,۴۶ هکتار یا ۱۹/۵۴ درصد کل اراضی.

S0A1- اراضی با محدودیت قلیائیت کم و بدون محدودیت شوری به مساحت ۶۵,۵۴ هکتار یا ۱/۲۷ درصد کل اراضی.

S2A1- اراضی با محدودیت شوری متوسط و محدودیت قلیائیت کم به مساحت ۳۸۸,۸۳ هکتار یا ۷/۵۲ درصد کل اراضی.

S2A2- اراضی با محدودیت شوری و قلیائیت متوسط به مساحت ۷۴,۷۳ هکتار یا ۱/۴۴ درصد کل اراضی.

S3A2- اراضی با محدودیت شوری زیاد و قلیائیت متوسط به مساحت ۳۵۵,۳۹ هکتار یا ۶/۸۷ درصد کل اراضی.

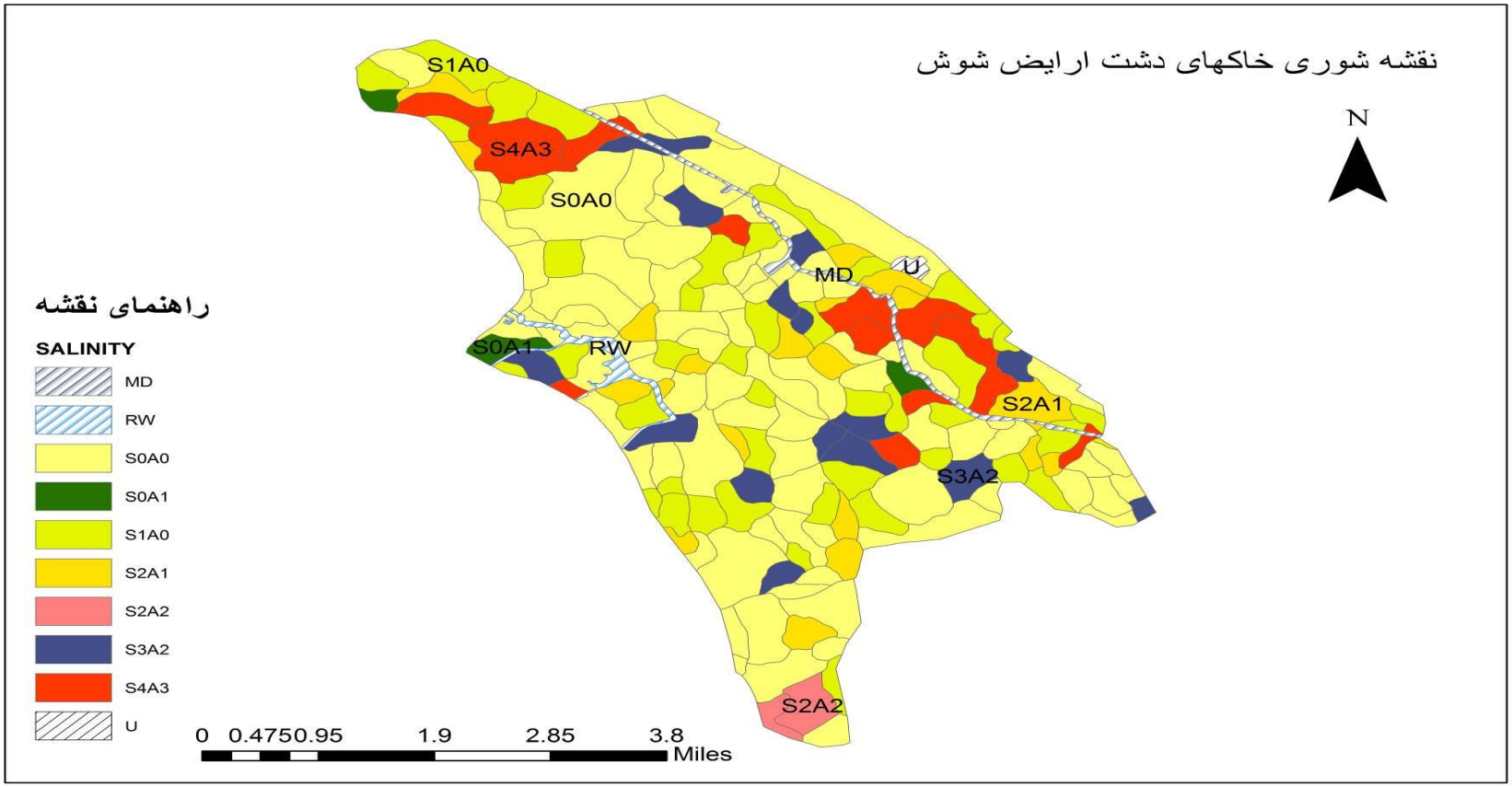
S4A3- اراضی با محدودیت شوری بسیارزیاد و قلیائیت زیاد به مساحت ۴۵۷,۲۹ هکتار یا ۸/۸۴ درصد کل اراضی.

عامل شوری و قلیائیت میتواند در فواصل بسیار کوتاه تغییرات زیادی را از خود نشان دهد، لذا در هر محدوده شوری و قلیائیت میتوان انتظار تغییراتی را نسبت به گروه های داده شده فوق به صورت ناخالصی داشت. در جدول شماره۴-۱۷ میتوان مساحت و درصد گروه های شوری و قلیائیت موجود در منطقه

مطالعاتی را مشاهده نمود. با توجه به اعداد ارائه شده در این جدول ۱۲۷۵,۹ هکتار و یا ۲۴/۷ درصد کل اراضی دارای محدودیت متوسط ،شدید تا بسیار شدید شوری و قلیائیت می باشند، که نیاز به اصلاح اراضی در حد زیاد دارند و در مواردی نیاز به بررسی های بیشتر برای امکان اصلاح این اراضی می باشد. نقشه شوری خاک در شکل شماره (۴-۴) نشان داده شده است.

جدول (۴-۱۷): مساحت و درصد حالات مختلف شوری و قلیائیت

علائم شوری و قلیائیت	شوری و قلیائیت توصیف	مساحت (ha)	درصد %
S0A0	بدون محدودیت شوری و قلیائیت	۲۶۸۹,۹۱	۵۲
S0A1	بدون محدودیت شوری با محدودیت قلیائیت کم	۶۵,۵۴	۱/۲۷
S1A0	با محدودیت شوری کم بدون محدودیت قلیائیت	۱۰۱۰,۴۶	۱۹/۵۴
S2A1	با محدودیت شوری متوسط و قلیائیت کم	۳۸۸,۸۳	۷/۵۲
S2A2	با محدودیت شوری و قلیائیت متوسط	۷۴,۷۳	۱/۴۴
S3A2	با محدودیت شوری زیادو قلیائیت متوسط	۳۵۵,۳۹	۱/۸۷
S4A3	با محدودیت شوری خیلی زیاد و قلیائیت زیاد	۴۵۷,۲۹	۸/۸۴
	اراضی متفرقه MISCELANEOUS	۱۳۰,۷۲	۲/۵۳
	جمع کل	۵۱۷۲,۵۱	۱۰۰

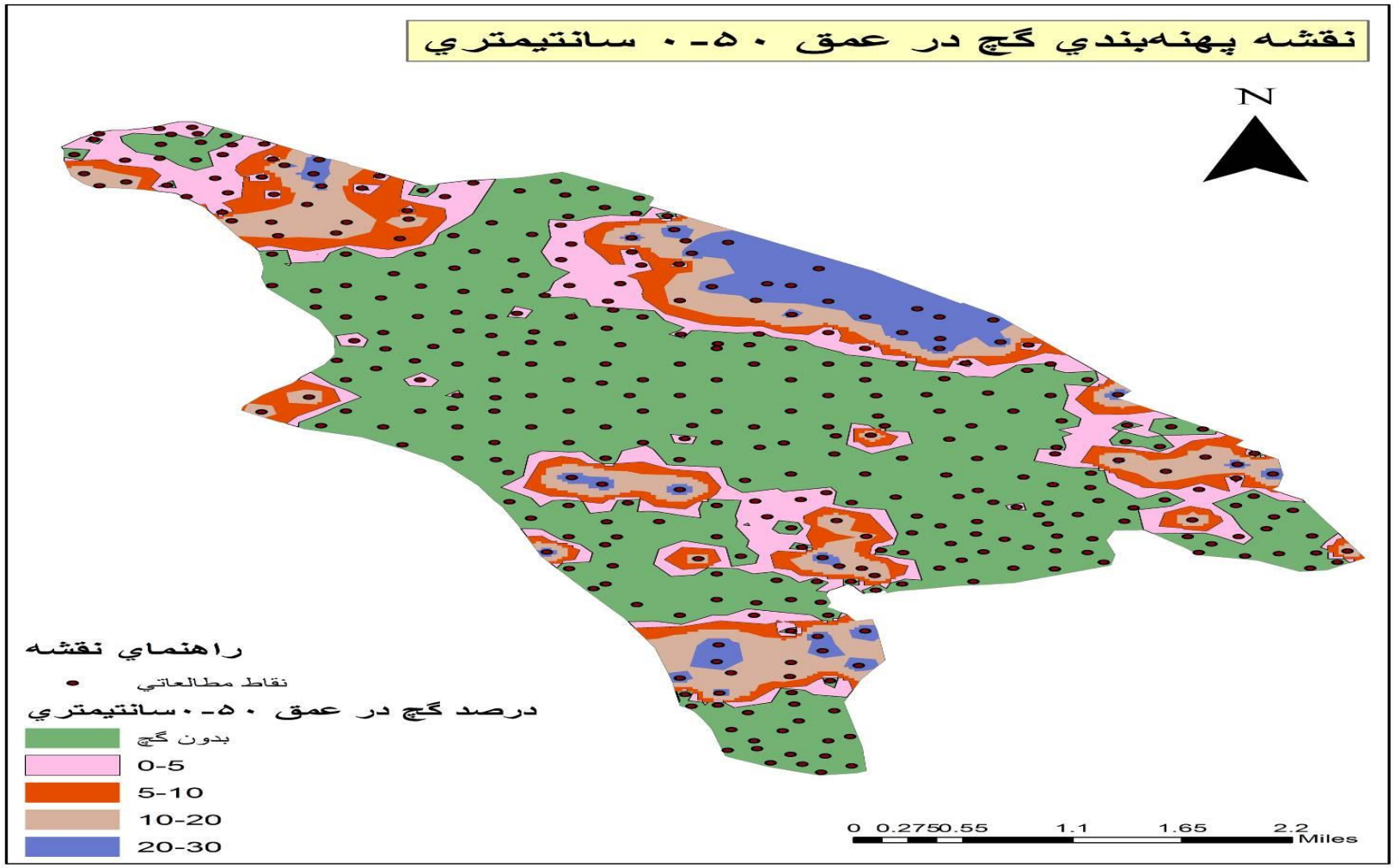


شکل (۴-۴): نقشه شوری خاکهای دشت ارایض شوش

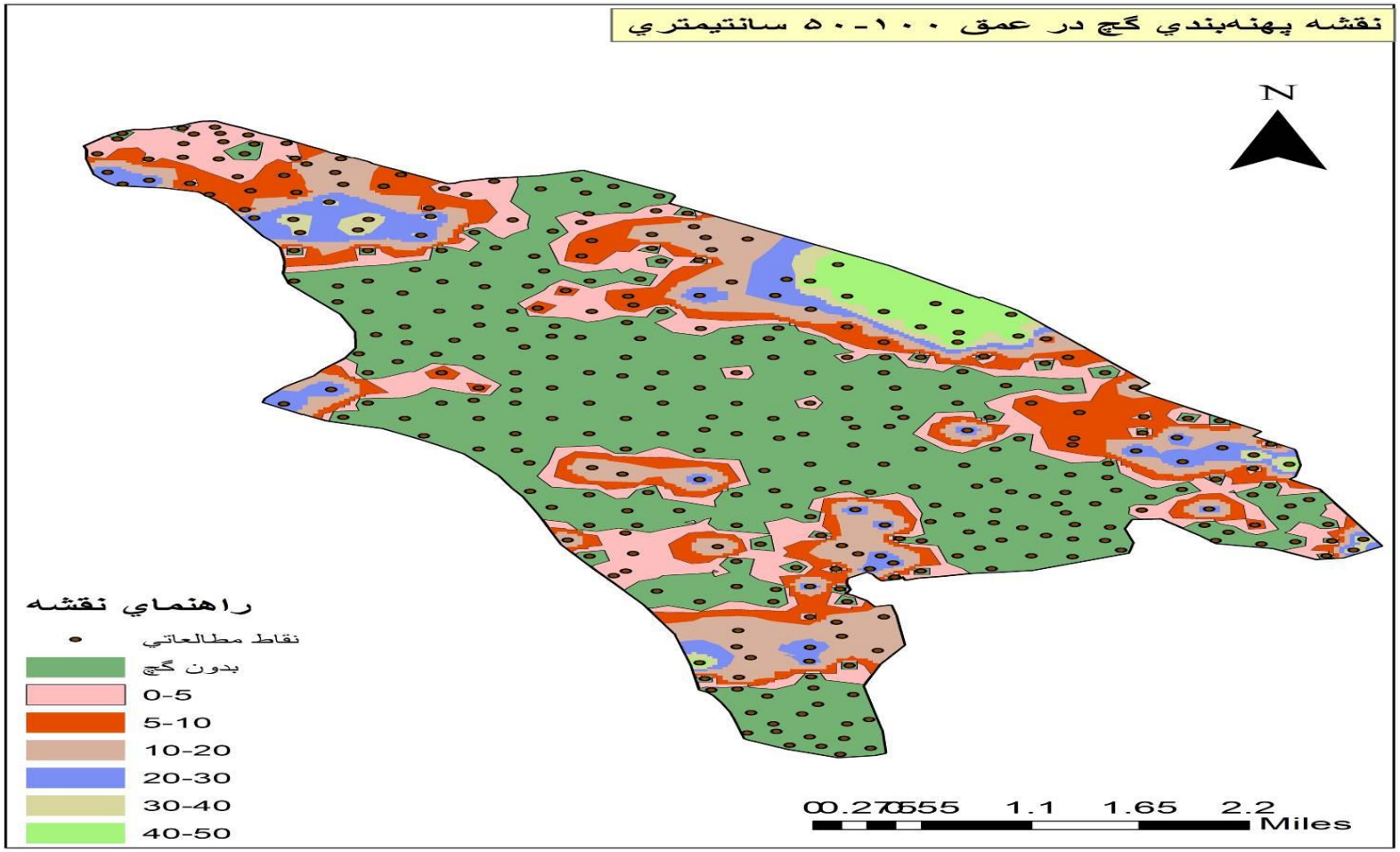
۴-۵-پهنه بندی گچ

در این مطالعه از روشهای زمین آماری تابع معکوس فاصله وزن دار، IDW و کریجینگ جهت آنالیز و بررسی میزان گچ استفاده شده است. برای بررسی گچ در عمق ۵۰-۰ سانتیمتری RMSE به روش IDW برابر با ۷,۸ و به روش کریجینگ برابر با ۸,۸ می باشد. با استفده از روش IDW که به عنوان بهترین روش میانیابی برای این عمق می باشد، نقشه پهنه بندی در محیط GIS تهیه شد. در عمق ۱۰-۵۰ سانتیمتری RMSE به روش IDW برابر ۸,۹ و به روش کریجینگ برابر ۹,۱۸ می باشد. بهترین روش میانیابی برای این عمق نیز روش IDW می باشد. برای بررسی گچ در عمق۱۵۰-۱۰۰ سانتیمتری RMSE به روش IDW برابر ۱۴ و به روشکریجینگ برابر ۱۳,۹ می باشد، که در این عمق بهترین روش میانیابی گچ روش کریجینگ می باشد و بر همین اساس نقشه پهنه بندی در محیط GIS تهیه شد.

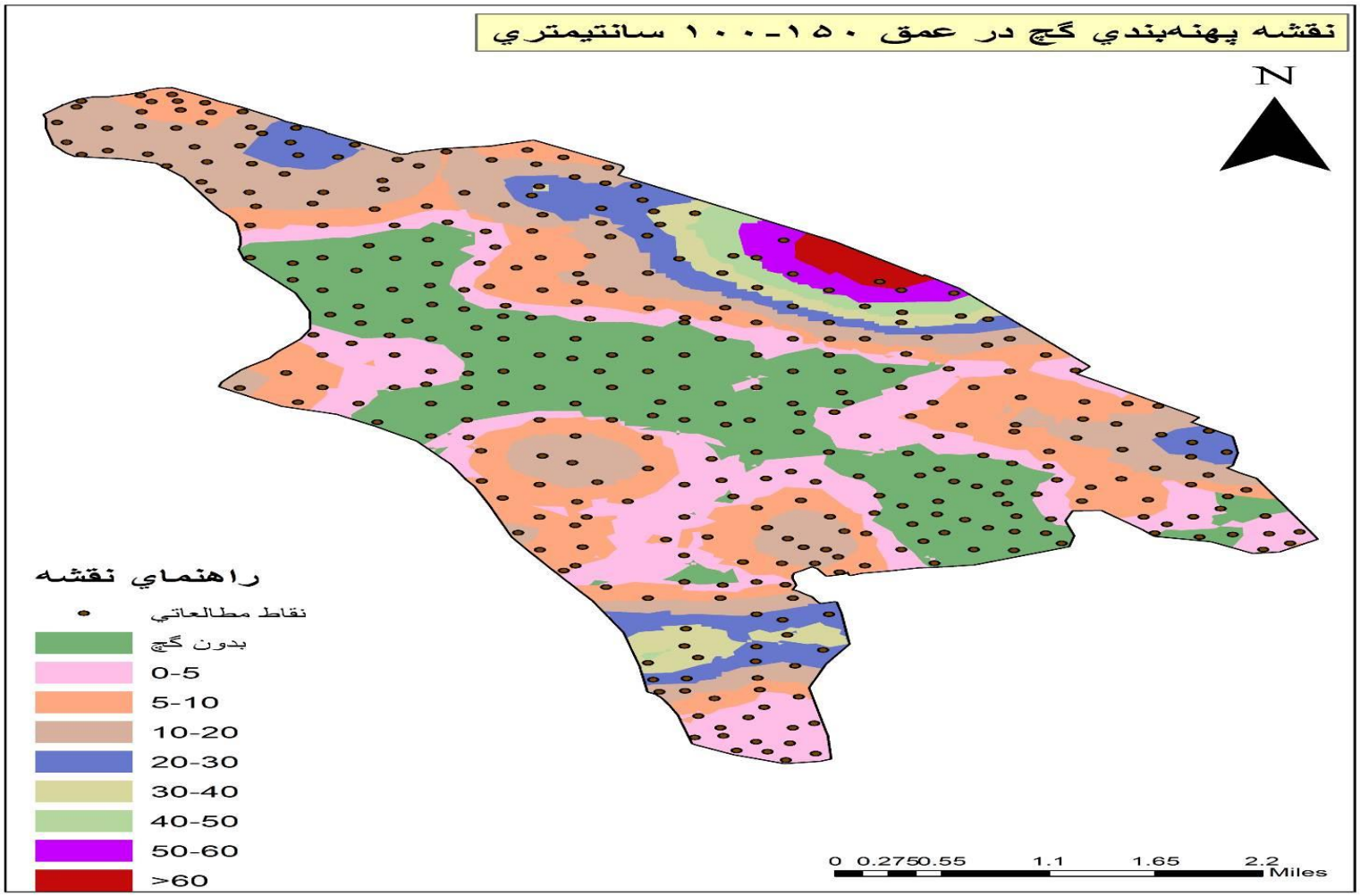
.



شکل (۴-۵): پهنه بندی گچ در عمق ۵۰-۰ سانتیمتری از سطح زمین



شکل (۴-۶): پهنه بندی گچ در عمق ۱۰۰-۵۰ سانتیمتری از سطح زمین



شکل (۴-۷): پهنه بندی گچ در عمق ۱۵۰-۱۰۰ سانتیمتری از سطح زمین

۴-۶-شبکه عصبی مصنوعی

۴-۶-۱ داده‌ها ورودی و خروجی در شبکه عصبی مصنوعی

داده‌های مورد استفاده شامل مقادیر EC، pH، درصد رس و سیلت و شن خاک (بافت خاک) می‌باشد که در انجام مدل‌سازی برای برآورد میزان گچ ۷۵ درصد داده‌ها به قسمت آموزش و ۲۵ درصد به قسمت صحت سنجی اختصاص داده شدند. در مدل‌سازی که انجام شد برای برآورد میزان گچ ورودی شامل درصد شن، رس، سیلت، pH و EC استفاده شد.

۴-۶-۲- اجرای شبکه‌ی پرسپترون (MLP)برای پیش بینی میزان گچ

برای شروع مدل‌سازی در شبکه‌ی عصبی اولین قدم انتخاب شبکه است که البته ساختارهای مختلف شبکه مورد ارزیابی قرار گرفت درنهایت شبکه‌ی MLP مورداستفاده قرار گرفت دلایل متفاوتی برای این انتخاب وجود داشت که مهم‌ترین این دلایل توانای بالای این شبکه برای دسته‌بندی (Classification) و کلاس‌بندی (Clustring) و یافتن نگاشته‌های نامعلوم می‌باشد(کاشی و همکاران ۲۰۱۲). در این مرحله برای اجرای مدل از یک ساختار یا چهارچوب که دارای یک‌لایه ورودی به تعداد مشخص پارامتر ورودی یک‌لایه خروجی و تعداد متفاوت از لایه میانی یا لایه پنهان (از ۱ الی ۱۰) و از توابع انتقال تانژانت هایپر بولیک سیگموئید، گاوسین و سکانت هایپربولیک استفاده گردید. برای اجرای مدل داده‌ها به‌صورت تصادفی به ۲ دسته ۷۵٪ و ۲۵٪ به ترتیب برای داده‌های مرحله‌ی آموزش و صحت سنجی تفکیک شدند. همچنین به‌منظور محاسبه‌ی ضریب تبیین (R^2) (رابطه ۱) ، مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) (رابطه۲) و انحراف معیار (Standard deviation)(رابطه ۳) که از روابط زیر قابل‌محاسبه می‌باشند، استفاده گردید.

(۱)

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \hat{y})(y_i - \bar{y})\right]^2}{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \hat{y})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}$$

(۲)

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_j - y_j)^2}{n}\right]^{\frac{1}{2}}$$

(۳)

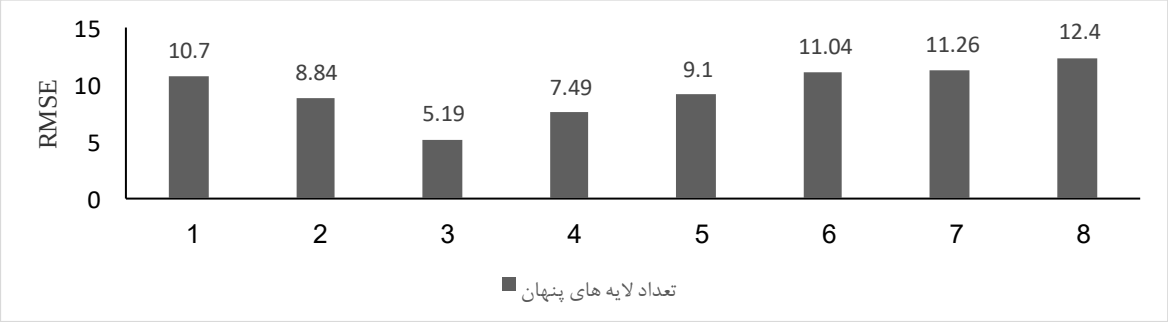
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \mu)^2}$$

کـه در آن‌ها: y_i و $\hat{y}$مقـادیر پیش‌بینی‌شده و $\hat{y}_i$و y_i مقادیر مشاهداتی، $\bar{y}$ متوسط مقادیر مشـاهداتی و n تعـداد داده‌ها μ میانگین است. جدول ۴-۱۸ نتایج حاصل از اجرای مدل MLP و توابع تانژانت هایپربولیک، سکتنت هایپرپونیک، سیگموئید و گاوسین را برای تخمین میزان گچ خاک را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که تابع محرک گاوسین با داشتن ضریب همبستگی (۰/۷۶، ۰/۷۴) به ترتیب برای مراحل آموزش و صحت‌یابی دارای نتایج بهتری نسبت به سایر توابع می‌باشد. همپنین برای بررسی تاثیر تعداد لایه‌های پنهان در قابلیت مدل برای پیش‌بینی میزان گچ خاک، مدل با تعداد ۸ لایه پنهان با تابع گاوسین اجرا شد. نتایج نشان می‌دهد زمانی که تعداد لایه‌های پنهان برابر با ۳ باشد مدل دارای بیشترین میزان دقت و کمترین میزان خطا را دارد. شکل۴-۸ منحنی تغییرات RMSE را در لایه‌های پنهان مختلف برای میزان گچ خاک نشان می‌دهد. علاوه بر پارامتر ضریب تبیین (R^2) که بیشترین مقدار را دارد، پارامتر

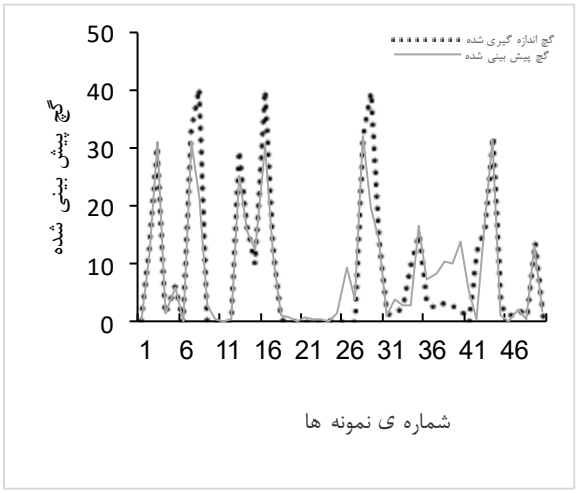
RMSE و نیز مقادیر کمتری را در تابع گوسین نشان می‌دهند، که نشان از کارایی بالای این تابع دارد؛ زیرا اتکا به پارامتر ضریب تبیین برای بررسی قابلیت‌های مختلف هر شبکه و تابع کافی نبوده و نیاز به مطالعات گسترده‌تر آماری وجود دارد. در شکل‌های 4-۹ و 4-۱۰ پراکنش داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی‌شده میزان گچ خاک برای شبکه‌ی MLP آورده شده است، همانطور که مشاهده می شود میزان گچ پیش بینی شده با مدل در مقایسه با میزان گچ اندازه گیری شده تفاوت زیادی ندارد و مدل توانایی پیش بینی خوبی از خود نشان داده است. برای اثبات این موضوع می توان به میزان خطا و ضریب تبیین نیز توجه نمود چراکه هرچند میزان ضریب تغیرات در تابع گوسین نسبت به دیگر توابع بالاتر است اما ضریب تبیین بیشتر و خطای کمتر دلیل محکمتری برای پذیرفتن عملکرد خوب مدل است.

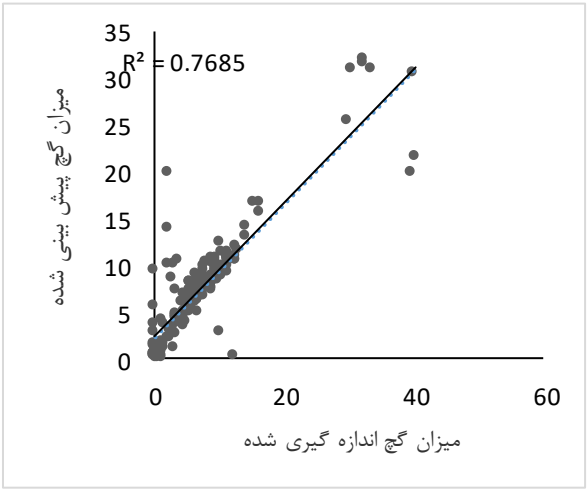
	آموزش		صحت سنجی	
تابع عضویت	R^2	RMSE	R^2	Std.D
سیگموئید	۰/۳۴	۱۲/۰۱	۰/۰۷	۶/۱۲
گوسین	۰/۷۶	۵/۱۹	۰/۷۴	۱۲/۳۹
سکانت هایپربولیک	۰/۲۱	۱۱/۱۳	۰/۳۴	۴/۹۹
تانژانت هایپربولیک	۰/۳۲	۱۱/۴۶	۰/۰۱	۶/۲

جدول (۴-۱۸): نتایج حاصل از اجرای بهترین تابع شبکه MLP برای تخمین میزان گچ خاک

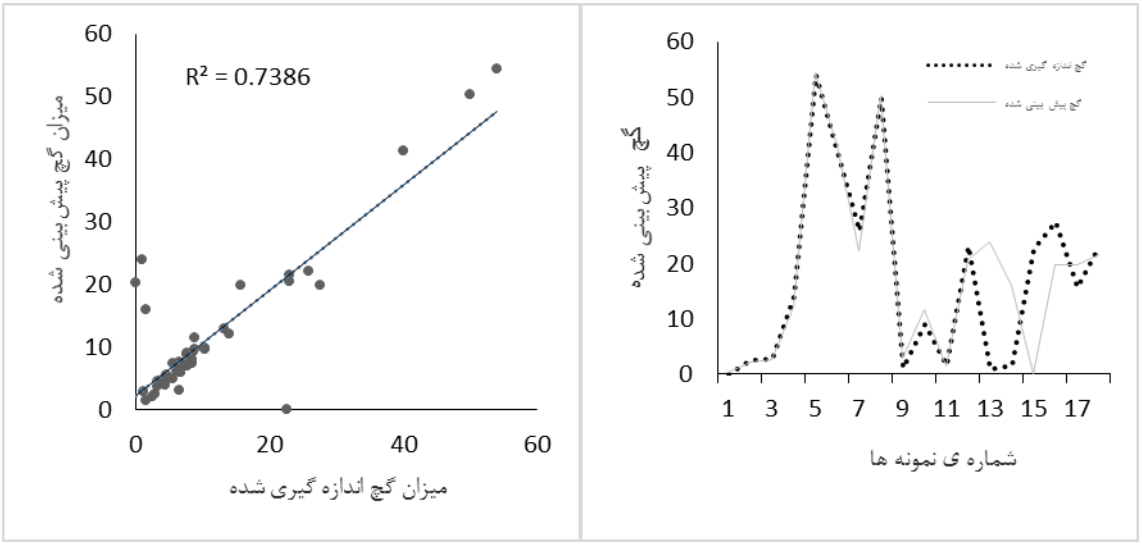


شکل (۴-۸): مقادیر RMSE لایه‌های پنهان متفاوت برای میزان گچ





شکل (۴-۹): نمودار پراکنش داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی‌شده برای مرحله‌ی آموزش (مدل MLP)

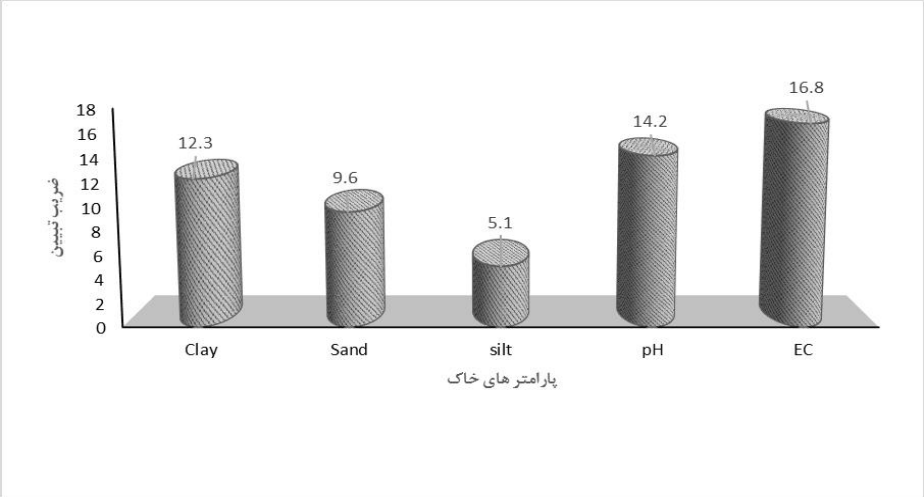


شکل(۴-۱۰): نمودار پراکنش داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی‌شده برای مرحله‌ی صحت یابی (مدلMLP)

۴-۶-۳-آنالیز حساسیت بر روی پارامترهای ورودی به مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی

برای تعیین همبستگی هر یک از پارامترها با مقدار گچ تخمین زده‌شده از آنالیز حساسیت استفاده‌شده است با انجام آنالیز حساسیت می‌توان نقش هر یک از پارامترها را لحاظ کرده و قدرت آن‌ها را محاسبه کرد . تعیین تأثیرگذارترین پارامترها در مقدار گچ تخمین زده‌شده نیز با انجام این محاسبه امکان‌پذیر می‌شود. نتایج آنالیز حساسیت خاک در شکل۵ نشانداده شده است. بر اساس نتایج حاصل، در پیش‌بینی میزان گچ خاک میزان EC و pH و رس خاک پارامترهای مهم واصلی به شمار می‌آیند به‌گونه‌ای که بیشترین تأثیر را دارا می‌باشند. تأثیرگذاری EC ازآن‌جهت که با افزایش میزان گچ میزان نمک های محلول خاک افزوده شده و در نتیجه EC تغییر می کند، حضور و تجمع گچ در خاکها بسیاری از خصوصیات فیزیکی (ساختمان خاک، بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری و هدایت آبی)، خصوصیات شیمیایی(ظرفیت تبادل کاتیونی، اسیدیته خاک و شوری)، مینرالوژیکی و مهندسی خاکها را تحت تأثیر قرار میدهد و در بسیاری از زمینه ها مشکلات جدی برای فعالیتهای انسانی ایجاد میکند(Azizi et al., 2011; Baydaa, 2004;

Toomanian, 2011; Herrero & Porta, 2000; Baydaa & Abd Farhan, 2009; Ghabour et al., 2008; Al-Dabbas et al., 2010). در مطالعه ای Abdeljavad, 1992 با بررسی خاکهای گچی عراق نشان داد که به دلیل حلالیت بالای گچ، بین گچ و مقدار قابلیت هدایت الکتریکی رابطه مستقیم وجود دارد. که با نتایج این مطالعه کاملا در ارتباط است.



شکل (۴-۱۱): آنالیز حساسیت سهم لایه‌های ورودی در تخمین میزان گچ

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادها

۵-۱-نتیجه گیری

جهت بررسی وضعیت خاک دشت ارایض تعداد ۱۸۱ پروفیل و ۱۸۱ مته حفاری تشریح و نمونه برداری شد و آزمایشات مورد نیاز انجام شد. با استفاده از شبکه عصبیی مصنوعی (نرم افزار QNET2000) مقدار گچ با استفاده از پنج پارامتر EC، pH، درصد رس، سیلت و شن مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد کدام تابع ضریب همبستگی بهتری دارد.

۱-مطالعات انجام شده در این اراضی در مقیاس نیمه تفصیلی بوده و سریهای خاک در سیزده سری قرار گرفتند و مشخص شد که سری خاکهای گچی و سری خاکهای با بافت متوسط برای تسطیح مناسب نیستند و سیستمهای زهکشی باید با مدیریت صحیح طراحی و اجرا شوند.

۲-نتایج گچ بدست آمده با نرم افزار شبکه عصبی مصنوعی(QNET2000) تجزیه و تحیل شد که با توجه به پنج پارامتر EC، pH، درصد رس، سیلت و شن درصد گچ برآورد شد و مشخص شد که در این نرم افزار تابع گوسین با۰,۷۶ =R2 و RMSE= 11.13 ، دلایل کافی برای پذیرفتن نتایج را دارد. در پیش‌بینی میزان گچ خاک میزان EC و pH و رس خاک پارامترهای مهم و اصلی به شمار می‌آیند به‌گونه‌ای که بیشترین تأثیر را دارا می‌باشند. تأثیرگذاری EC از آن جهت که با افزایش میزان گچ میزان نمک های محلول خاک افزوده شده بیشتر از سایر پارامترها می باشد.

۳- نتایج حاصل از مطالعات در طرح و ساخت شبکه های زهکشی زیرزمینی، مدیریت خاکهای گچی و عدم تسطیح در اراضی و کنترل شوری موثر می باشد و می تواند نقشه راه برای مشاوران و پیمانکاران در جهت طراحی بهینه درشبکه آبیاری و زهکشی با محدودیت گچ باشد.

۴- با توجه به نتایج آزمایشگاهی ، مقدار کربن آلی و عناصر پر مصرف (K , P , N) دراکثر خاکهای منطقه در حد بسیار پائین می‌باشد که این امر نشانگر حاصلخیزی بسیار اندک این خاکها است.

۵-۲-پیشنهادها

با عنایت به نتایج حاصل از این پژوهش، پیشنهادهای زیر با هدف تخصصی تر شدن مطالعات آتی و بهبود کیفیت آنها ارائه می گردند

۱- خاکهایی که دارای لایه محدود کننده پتروکلسیک می باشد و یا دارای گچ در ۵۰ سانتیمتری از افق خاک می باشد تسطیح این اراضی نیاز به مدیریت صحیح دارد.

۲-با توجه به درصد گچ بالا در این اراضی باید برای اجرای سیستمهای زهکشی از فیلترهای طبیعی استفاده کرد.

۳-در سری خاکهای شماره ۳، ۴، ۷ و ۱۳ به علت گچ زیاد در لایه های خاک توصیه می گردد تسطیع اراضی صورت نگیرد.

۴-با توجه به میزان گچ بالا در خاکهای منطقه توصیه می شود در الگوی کشت منطقه از گیاهان مقاوم به گچ و شوری استفاده گردد.

۵- استفاده از سیستمهای پیشرفته آبیاری تحت فشار (قطره‌ای و بارانی) برای کاهش اثرات شیب و توپوگرافی منطقه مطالعاتی و هم چنین افزایش راندمان مصرف آب در اکثر اراضی مطالعاتی قابل توصیه است.

۶-با توجه به فقیر بودن خاکهای منطقه از لحاظ مواد آلی و عناصر پر مصرف و قابلیت استفاده اندک عناصر کم مصرف به دلیل شرایط pH وغیره توصیه می‌شود که زارعین کاه و کلش حاصل از محصول گندم و جو را بجای تعلیف احشام و یا سوزاندن آنها،باخاک مزرعه‌شان مخلوط کرده تا ضمن بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک،میزان مواد آلی خاک نیزافزایش یابد.همینطور با استفاده از توصیه‌های بهینه کودی ، مصرف متعادل همه عناصر غذایی مد نظر قرار گیرد.

۷ ـ توصیه می‌شود که کشاورزان تناوب زراعی را در مزارعشان رعایت کرده و از کشـتهای تـک محصـولی اجتناب کنند.

منابع

منابع فارسی

۱-اسفندیارپور، ع. و باقری، م.۱۳۸۵. شناسایی و نقشه برداری خاک، انتشارات پلک.

۲-ابراهیمی ک, نایب لویی ف (۱۳۸۸)، تخمین نفوذپذیری نهایی خاک ها با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی، پژوهش های حفاظت آب و خاک (علوم کشاورزی و منابع طبیعی) : ۱۳۸۸, دوره ۱۶, شماره ۱.

۳-ابوطالب هزارجریبی (۱۳۹۲)، بررسی امکان پیشبینی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با استفاده از پارامترهای زودیافت خاک، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد 27، شماره4، مهر – آبان ۱۳۹۲ ،ص-۷۱۹-۷۱۲

۴- بایبوردی، محمد، ۱۳۷۲. خاک. پیدایش در رده‌بندی. انتشارات دانشگاه تهران . ۴۸۰ ص.

۵- بنایی، محمدحسن.۱۳۷۷.نقشه رژیم رطوبتی وحرارتی خاکهای ایران،موسسه تحقیقات خاک و آب ایران.

۶- جعفری، م، و سرمدیان، ف.(۱۳۸۲) مبانی خاکشناسی و رده‌بندی خاک،انتشارات دانشگاه تهران.

۷-حسنی پاک، علی اصغر. ۱۳۷۷. زمین آمار (ژئواستاتیستیک). انتشارات دانشگاه تهران.

۸-حق نیا،غلامرضا ولکزیان، ۱۳۷۵.پیدایش و رده‌بندی خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۶۱۶ ص.

۹-سبزیپرور، ع.ا.، زارع ابیانه، ح.، بیات ورکشی، م.الف، (۱۳۸۹). مقایسه یافته های مدل شبکه استنتاج تطبیقی عصبی-فازی با مدل های رگرسیونی به منظور برآورد دمای خاک در سه اقلیم متفاوت. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۴(۲): ۲۷۴-۲۸۵.

۱۰-سرمدیان ف. تقی زاده ر.ا.، عسگری ح.م.، و اکبرزاده ع. ۱۳۸۸ . مقایسه روش‌های نروفازی، شبکه عصبی و رگرسیون چند متغیره در پیش‌بینی. برخی خصوصیات خاک مطالعه موردی استان گلستان. مجله تحقیقات آب‌وخاک ایران ۴۱:۲۲۰-۲۱۱.

۱۱-سرمدیان، فریدون. ۱۳۷۶. بررسی ژنزو رده‌بندی خاکها و تناسب اراضی در سه اقلیم خشک، نیمه خشک و مرطوب منطقه شرق مازندران (گرگان و گنبد). رساله دکتری خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران.

۱۲-صالحی، م.ح. و خادمی، ح. ۱۳۸۷. مبانی نقشه‌برداری خاک، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۳-غفاری، علی،عادل مقصود پور، علیرضا پور ممتاز و جمشید میثمی.تفکر فازی . ۱۳۷۷. انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه‌نصرالدین طوسی.

۱۴- فاتحی، شاهرخ. ۱۳۷۵. مطالعات خاک شناسی و تعیین تناسب اراضی در منطقه اشتهارد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۱۵-کاشی ح، قربانی ه.، امامقلی زاده ص.، هاشمی ع.ا.۱۳۹۲. تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی در دو خاک بکر و کشاورزی توسط شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی . نشریه آب‌وخاک(علوم و صنایع کشاورزی). ۲۷-۴۸۴-۴۷۲.

۱۶-کاشی ح.(۱۳۹۱) پایان‌نامه‌ی ارشد تخمین نفوذپذیری و ظرفیت تبادل کاتیونی در دو خاک بکر و دست‌خورده با استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۱۷-کاوه ع. ایران‌منش ع، (۱۳۷۸) شبکه‌های عصبی مصنوعی در بهینه‌سازی سازه‌ها" چاپ اول، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ص ۱۳۲.

۱۸-کیا م، (۱۳۸۹) "شبکه‌های عصبی در MATLAB، انتشارات کیان رایانه سبز، تهران، ص ۲۳۲.

۱۹- متقی، م.م. ۱۳۷۵. تکوین وطبقه‌بندی خاک . سازمان تحقیقات . آموزش و ترویج کشاورزی . نشر آموزش کشاورزی. ۵۷۲ ص.

۲۰- متقی، م.م. ۱۳۷۷. راهنمای شناسائی خاک. سازمان تحقیقات . آموزش و ترویج کشاورزی . نشر آموزش کشاورزی. ۵۷۴ ص.

۲۱- مسیح‌آبادی،محمد حسن. ۱۳۷۷. مطالعات شناسایی خاک و تعیین تناسب اراضی برای بعضی از محصولات عمده در جنوب ایران. رساله دکتری دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۲۲- ملک زاده، بابک. ۱۳۷۶. مطالعه خصوصیات ژنتیکی، مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و ارزیابی تناسب اراضی خاکهای منطقه کوشکک استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز.

۲۳-منهاج م، (۱۳۸۱) مبانی شبکه‌های عصبی مصنوعی، جلد اول، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ص۵۰۲.

۲۴-نیک منش م، (۱۳۸۸) پیش بینی تراز آب زیرزمینی در آبخوان محدوده‌ی ارسنجان با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی سومین همایش ملی آب و فاضلاب (با رویکرد اصلاح الگوی مصرف)، تهران.

منابع لاتین

25-Abdelgavad G.M., 1992. Gypsiferous soil properties and management. The Arab center for the studies of arid zones and dry lands. Damascus, Syrian Arab Republic, 68p.

26-Al-Dabbas M.A., Schanz T., and Yassen M. J. 2010. Comparison of gypsiferous soils in Samara and Karbala areas, Iraq. *Iraqi Bulletin of Geology and Mining*, 6 (2): 115- 126.

27-Alvisi, S., Franchini, M, (2011). Fuzzy neural networks for water level and discharge forecasting with uncertainty. Environ Model Software, 26(4): 523–37.

28-Amini, M., Afyuni, M., Fathianpourb, N., Khademi, H. and Fluchler, H. (2005). Continuous soil 28-pollution mapping using fuzzy logic and spatial interpolation. Geoderma, 124, 223–233

29-Anagu, I., Ingwersen, J., Utermann, J., Streck, T, (2009). Estimation of heavy metal sorption in German soils using artificial neural networks. Geoderma, 152: 104–112

30-Avery, B.W., 1987. Soil Survey method: Areview. Technical Monograph No. 18. Silsoe: Soil Survey & Land Resource Center. 86 p.

31-Azizi P., Mahmoodi Sh., Torabi H., Masihabadi M.H., and Homaee M. 2011. Morphological, Physico-Chemical and clay mineralogy investigation on gypsiferous soils in southern of Tehran, Iran. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 7 (2): 153-161.

32–Baydaa H.M. 2004. Effect of soaking and leaching on collapsibility of gypseous soil. M.Sc Thesis ,

Building and Construction Department, University of Technology. Baghdad, Pp. 136.

33-Baydaa H.M., and Abd Farhan M. 2009. Decreasing permeability of gypsiferous soils by bentonite. *International Arab Science Journal*, 12: 17-23.

34-Behrens, T., Förster, H., Scholten, T., Steinrüken, U., Spies, E., Goldschmitt, M, (2005). Digital soil mapping using artificial neural networks. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 168: 21–33.

35-Bilgili, M, (2010). Prediction of soil temperature using regression and artificial neural network models. Meteor Atmospheric Physics, 110:59–70

36-Bilgili, M., Sahin, B., and Sangun, L, (2013). Estimating soil temperature using neighboring station data via multi-nonlinear regression and artificial neural network models. Environ Monitoring Assess, 185: 347–358

37-Buszewski, B., and Kowalkowski, T, (2006). A new model of heavy metal transport in the soil using non linear artificial neural networks. Journal of Environmental Engineering and Science, 23 (4): 589–595.

38–Birkland, P.W., 1999. Soil and geomorphology (3 rd ed.). Oxford University Press, New York, USA

39-Blake, R. O, Bell, D. E, Mathews, J. T, Mc Namara, R. S., and McPherson, M.P. 1994. Feeding 10 billion people in 2050: The key role of the CGIAR'S IARC'S A report by the action group on food. World Resources Instiute. Washington. D.C.pp. 17-30.

40-Chang, F.J., Chen, P.A., Liu, C.W., Liao, V.H.C., Liao, C.M, (2013). Regional estimation of groundwater arsenic concentrations through systematical dynamic-neural modeling. Journal of Hydrology, 499: 265–74.

41-Donnallan, T.E.R.J.Tucker and McClurg, J. I. 1990. Soils and land suitability of Leich hardt Downs section, Burdkin River Irrigation area. B:Detailed record [North Queensland] Bris bane, QLd(Australia). Department of Primary Industries. 188pp.

42-Elzinga, E.J., Van, Grinsven, J.J.M., Swartjes, F.A, (1999). General purpose Freundlich isotherms for cadmium, copper and zinc in soils. European Journal of Soil Science, 50: 139–149.

43-Eyk, J,J,v,d., Mac Vicar, C.N., and Villiers, J.M.d., 1969 Soils of the Tugela Basin: astudy in subtropical 41-Africa.Natal Town & Regional Planning Report 15. Natal (RSA): Natal Town & Regional Planing Commission

44-FAO. 1979. Report on the Agro-ecological Zones project.Vol:1, Methodology and results for Africa.World Soil Resources No: 48, FAO, Rome, 158pp.

45-FAO.1988. UNESCO. Soil Map of the World. Paris.

46–FAO. 1995. Agro-ecological zonning framework. Draft FAO Pub., Rom.

47-Fisher, C.A. and Baker. D.E. 1990. Soil and Land Suitability of the Mutdapilly Research Station [Queensland]. Bransban. QLd(Australia) Department of Primary Industries . 83pp.

48-Gandhimathi, A., Meenambal, T, (2012). Analysis of heavy metal for soil in Coimbatore by using ANN model. European Journal of Scientific Research, 68(4): 462–474

49-Ghabour Th.K., Aziz A.M., and Rahim I.S. 2008. Anthropogenic impact of fertilization on gypsiferous soils. *American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science*, 4 (4): 405-409.

50-Herro J., and Porta J. 2000. The terminology and the concepts of gypsum-rich soils. *Geoderma*, 96:47-61.

51-Hambli, R, (2009). Statistical damage analysis of extrusion processes using finite element method and neural networks simulation. Finite Elements in Analysis and Design 45(10): 640–649.

52-Hambli, R., Chamekh, A., Bel Hadj Salah, H, (2006). Real-time deformation of structure using finite element and neural networks in virtual reality applications. Finite Elements in Analysis and Design 42 (11): 985–991.

53-Jenny, H., 1941. Factors of Soil Formation, A System of Quantitative Pedology. Mc Graw-Hill, New York.281 pp.

54-Kalkan, E., Akbulut, S., Tortum, A., Celik, S, (2008). Prediction of the unconfined compressive strength of compacted granular soils by using inference systems. Environ Geology, 58: 1429–40.

55-Kanungo, D.P., Arora, M.K., Sarkar, S., Gupta, R.P, (2006). A comparative study of conventional, ANN black box, fuzzy and combined neural and fuzzy weighting procedures for landslide susceptibility zonation in Darjeeling Himalayas. Engineering Geology, 85: 347–366.

56-Kisi, O, (2004a). River flow modeling using artificial neural networks. ASCE Journal of Hydrology Engineering, 9 (1): 60–63.

57-Kisi, O, (2004b). Multi- layer perceptions with Levenberg-Marquardt trainning for suspended sediments concentration prediction and estimation. Hydrological Science Journal, 49(6): 1025-1040.

58-Kisi, O, (2006). Daily pan evaporation modelling using a neuro-fuzzy computing technique. Journal of Hydrology, 329: 636– 646.

59-Kisi, Ö., Öztürk, Ö, (2007). Adaptive Neurofuzzy computing technique for evapotranspiration estimation. Journal of Irrigation Drainage and Engineering, 133 (4): 368–379.

60-Kisi, O., Yildirim, G, (2005a). Discussion of Estimating Actual Evapotranspiration from Limited Climatic Data Using Neural Computing Technique by K.P. Sudheer, A.K. Gosain and K.S.Ramasastri. Journal of Irrigation Drainage and Engineering ASCE, 131 (2), pp. 219–220.

61-Kisi, O., Yildirim, G, (2005b). Discussion of Forecasting of Reference Evapotranspiration by Artificial Neural Networks by S. Trajkovic, B.Todorovic and M. Stankovic. J. Irrig. Drain. Engg. ASCE, 131(4), pp. 390-391.

62-Kumar, D.N., Raju, K.S., Sathish, T, (2004). River flow forecasting using recurrent neural networks. Water Resource Managament, 18: 143–161.

63-Lee, S., Ryu, J.H., Lee, M.J., Won, J.S, (2003). Use of an artificial neural network for analysis of the susceptibility to landslides at Boun, Korea. Environmental Geology, 44: 820–833.

64-Lee, S., Ryu, J.H., Won, J.S., Park, H.J, (2004). Determination and application of the weights for landslide susceptibility mapping using an artificial neural network. Engineering Geology, 71: 289–302.

65-Mahler, P.J. 1979. Manual of multipurpose land classification. Minustry of Agriculture . Soil Institute of Iran. Pub . No . 212, 81pp.

66-May, D.B., Sivakumar, M, (2009). Prediction of urban stormwater quality using artificial neural networks. Environ Model Software, 24(2): 296–302.

67-Mazou, E., Alvertos, N., Tsiros, I.X, (2013). Soil temperature prediction using time-delay neural networks. In: CG, Helmis and PT Nastos (eds.), Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics, Springer Atmospheric Sciences, pp. 611-615.

68-McBratney A.B., Minasny B., Cattle S.R., and Vervoort R.W. 2002. From pedotransfer functions to soil inferencesystems. Geoderma, 109:41-73.

69-McBratney, A.B., MendocaSantos, M.L., Minasny, B, (2003). On digital soil mapping. Geoderma, 117: 3–52.

70-Memarian fard M. and Beigi harchagani H. 2009. Comparison of artificial neural network and regressionpedotransfer functions models for prediction of soil cation exchange capacity in Chaharmahal Bakhtiari province. Journal of Water and Soil, Vol. 23, No. 4, Winter 2009, p. 90-99.

71-Minasny, B., Hopmans , J.W., Harter, T., Eching, S.O., Tuli, A., Denton, M.A, (2004). Neural networks prediction of soil hydraulic functions for alluvia l soils using multi step out flow data. Soil Science Society of America Journal, 68: 417– 429.

72-Minasny, B., McBratney, A.B, (2002). The neuro-m methods for fitting neural network parametric pedo transfer functions. Soil Science Society of America Journal, 66: 352–361.

73-Minasny, B., McBratney, A.B. Bristow, K.L, (1999). Comparison of different approaches to the development of pedo transfer functions for water-retention curves. Geoderma, 93: 225–253.

74-Minnes, A.W. and Hall, M.J., 1996. Artificial neural networks as rainfall-runoff models. Hydrological science Journal, 41 (3: 399–416.

75-Nayak, P., Rao, Y., Sudheer, K., 2006. Groundwater Level Forecasting in a Shallow Aquifer Using Artificial Neural Network Approach. Water Resour Manag, 20(1): 77-90.

76-Nefeslioglu, H.A., Gokceoglu, C., Sonmez, H, (2008). An assessment on the use of logistic regression and artificial neural networks with different sampling strategies for the preparation of landslide susceptibility maps. Engineering Geology, 97: 171–191.

77-Nikolos, I.K., Stergiadi, M., Papadopoulou, M.P., Karatzas G.P, (2008). Artificial neural networks as an alternative approach to groundwater numerical modelling and environmental

78-Amini., M., Abbaspour, K. C., Khademi, H., Fathianpour, N., Afyuni, M. and Schulin, R. (2005). 79-Neural network models to predict cation exchange capacity in arid regions of Iran. European Journal of Soil Science, 53, 748–757.

79-Pachepsky, Y.A., Rawls, W.J, (1999). Accuracy and reliability of pedo transfer functions as affected by grouping soils. Soil Science Society of America Journal, 63: 1748–1757.

80-Pachepsky, Y. A., Timilin, D. and Varallyay, G. (1996). Artificial neural networks to estimate soil water retention from easily measurable data. Journal of Soil Science Society of America, 60,727-733.

81-Pradhan, B, (2010a). Application of an advanced fuzzy logic model for landslide susceptibility analysis. International Journal of Computational IntelligenceSystems, 3: 370–381.

82-Pradhan, B., Lee, S, (2010a). Delineation of landslide hazard areas on Penang Island, Malaysia, by using frequency ratio, logistic regression, and artificial neural network models. Environmental Earth Sciences, 60: 1037–1054.

83-Pradhan, B., Lee, S, (2010c). Regional landslide susceptibility analysis using backpropagation neural network model at Cameron Highland, Malaysia. Landslides, 7: 13–30.

84-Rafiq, M.Y., Bugmann, G., Easterbrook, D.J, (2001). Neural network design for engineering applications. Computers and Structures, 79 (17): 1541–1552.

85-Rajaee, T., Wavelet, A.N.N, (2011). combination model for prediction of daily suspended sediment load in rivers. Science Total Environ, 409: 2917–28..

86-Reinds, G.J., Bril, J., DeVries, W., Groenenberg, J.E., Breeuwsma, A, (1995). Critical loads and excess loads of cadmium, copper and lead for European forest soils. DLO Winand Staring Centre Report 96. Wageningen, the Netherlands.

87-Rogers, L.L., Dowla, F.U., Johnson, V.M, (1995). Optimal Field-Scale Groundwater Remediation Using Neural Networks and the Genetic Algorithm. Environ Science Technology, 29(5): 1145-1155.

88-Römkens, P.F.A.M., Salomons, W, (1998). Cd, Cu and Zn solubility in arable and forest soils: consequences of land use changes for metal mobility and risk assessment. Soil Science, 163: 859–871.

89-Sarmadian, F., Taghizadeh Mehrjardi, R, (2008). Modeling of some soil properties using artificial neural network and multivariate regression in Gorgan Province, North of Iran. Global Journal of Environmental Research, 2 (1): 30–35.

90-Schaap, M.G., Leij, F.J, (1998). Using neural networks to predict soil water retention and soil hydraulic conductivity. Soil and Tillage Research, 47: 37–42.

91-Sezer, A., Goktepe, B.A., Altun, S, (2010). Adaptive neuro-fuzzy approach for sand permeability estimation. Environ Engineering Manage Journal, 9(2): 231–8

92-Streck, T., Richter, J, (1997). Heavy metal displacement in a sandy soil at the field scale: I Measurements and parameterization of sorption. Journal of Environmental Quality, 26: 49–56.

93-Sudheer, K.P., Gosain, A.K., Rangan, D.M., Saheb, S.M, (2002). Modelling evaporation using an artificial neural network algorithm. Hydrological Processes, 16(16): 3189–3202.

94-Sugeno, M, (1985). Industrial Applications of Fuzzy Control, Elsevier Press, Amsterdam, The Netherlands.

95-Supharatid, S, (2003). Application of a neural network model in establishing a stagedischarge relationship for a tidal river. Hydrological Process, 17: 3085-3099.

96-Sys, C., Vanranst. E. and Debaveye. J. 1991. land evaluation. Part I: Principles in land evaluation and crop production calculation. General administration for development cooperation. Agric. Publ. No:7. Brussels , Belgium. 174 pp.

97-Tabari, H., Sabziparvar, A.A., Ahmadi, M, (2011). Comparison of artificial neural network and multivariate linear regression methods for estimation of daily soil temperature in an arid region. Meteor Atmospheric Physics, 110:135–142

98-Tayfur, G, (2002). Artificial neural networks for sheet sediment transport. Hydrological Science Journal, 4(6): 879–892.

99-Tiktak, A., Alkemade, J.R.M., Van Grinsven, J.J.M., Makaske, G.B, (1998). Modeling cadmium accumulation at a regional scale in the Netherlands. Nutrient Cycling in Agro ecosystems, 50: 209–222.

١٠٠-Toomanian N. 2011. Gypsiferous soils (properties and applications). Pelk press. 199 p.

101-Towsey, M., Alpsan, D., Sztriha, L, (1995). Training a neural network with conjugate gradient methods, Neural Networks, 1995. Proceedings., IEEE International Conference on, pp. 373- 378 vol.1.

102-Trichakis, I., Nikolos, I., Karatzas, G, (2011a). Artificial Neural Network (ANN) Based Modeling for Karstic Groundwater Level Simulation. Water Resource Management, 25(4): 1143-1152.

103-Trichakis, I.C., Nikolos, I.K., Karatzas, G.P, (2009). Optimal selection of artificial neural network parameters for the prediction of a karstic aquifer's response. Hydrological Process, 23(20): 2956- 2969.

104-Vahidnia, M.H., Alesheikh, A.A., Alimohammadi, A., Hosseinali, F, (2010). A GISbased neuro-fuzzy procedure for integrating knowledge and data in landslide susceptibility mapping. Computers and Geosciences, 36: 1101–1114.

105-Wu, W., Tang, X.P., Guo, N.J., Yang, C., Liu, H.B,, Shang, Y.F, (2013).

106-Zinck , A.1992. Soil survey : perspective and strategies for the 21st century. ITC publication. No.21.

Abstract

Proper utilization of limited soil and water resources is very important, almost all required food of people in the world should provide from the soil. In order to evaluate the land potential of Shoosh Arayez plain in Khuzestan province with an area of 5173 hectares, this plain studied. For identification and classification of gypsic soils of this area, 181 profiles and 181 augers were described. The amounts of soil gypsum were estimated with artificial neural network (software Qnet 2000) and they were zoned by IDW (at a depth of 0-50 and 50-100 cm) and Kriging (at a depth of 150-100 cm) methods then, salinity and alkalinity map of land was prepared. In this plain soils were classified in thirteen series, in three categories Entisols (soils without soil development), Inceptisols (soils with soil development) and Aridisols (soils with soil development in the moisture regime aridic). According to enough amount of rainfall in this rejoin, It can observed washing of gypsum and lime in some places from surface horizons to deeper layers and aggregation of them in these layers. Land slop has been effective in rate of infiltration, which caused variable accumulation of gypsum and lime depth. In this study, the amount of gypsum estimated by using of five parameters pH, EC, clay, silt and sand (soil texture). For modeling of gypsum, 75 percent of data allocated to field training and 25 percent of them for validation assigned. Results reveal that for predicting the amount of gypsum soil, clay, EC and pH are the most important parameters. By increasing of gypsum, the amount of soluble salts(EC) are enhanced. The presence and accumulation of gypsum in the soils change many physical properties such as soil structure, soil texture, bulk density and hydraulic conductivity, Chemical properties like cation exchangeable capacity, soil acidity and salinity, mineralogy and soil engineering so it creates serious problems for human activities.

Keywords: Classification, gypsum soils, classification, artificial neural network, Shoosh

Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Soil Science

Classification and Zoning of Soils Arayez in Shoosh Plain Gypsum with Artificial Intelligence and GIS

By: Behzad Sobhani

Supervisors:

Dr A. Abbaspour

Dr S. Emamgholizadeh

Advisors:

Dr H. mirzayimoghaddam

P. javadi

July, 2017