



دانشگاه زنجان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc.)

در رشته خاکشناسی

عنوان:

تأثیر پلیمرهای محلول در آب بر پایداری ساختمان خاک، پراکنش ذرات رس و فرسایش پذیری خاک

نگارش:

ماندانا طوسی

استاد راهنما:

دکتر احمد گلچین

استاد مشاور:

دکتر شروین احمدی

زمستان ۱۳۸۷





باسم تعالی

شماره: ۴۰۰۶۷
تاریخ: ۱۳۸۷/۱۲/۱۱

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای/خانم ماندانا طوسی رشته خاکشناسی (شیمی و حاصلخیزی خاک) تحت عنوان "اثر پلیمرهای محلول در آب بر پایداری ساختمان خاک، پراکنش ذرات رس و فرسایش پذیری خاک" در تاریخ ۸۷/۱۲/۱۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه زنجان برگزار گردید و نظر هیأت داوران بشرح زیر می باشد:

قبول (با درجه: عالی) امتیاز: ۱۹,۶۲ دفاع مجدد مردود

(نوزده و شصت و دو درصد)

۱- عالی (۲۰-۱۸)

۲- بسیار خوب (۹۹-۱۷-۱۶)

۳- خوب (۹۹-۱۵-۱۴)

۴- قابل قبول (۹۹-۱۳-۱۲)

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیأت داوران
	استاد	دکتر احمد گلچین	۱- استاد راهنما
	مربی	مهندس شروین احمدی	۲- استاد مشاور
	استادیار	دکتر علیرضا واعظی	۳- استاد ممتحن
	استادیار	دکتر امیر دلاور	۴- استاد ممتحن
	استادیار	دکتر خلیل جمشیدی	۵- نماینده تحصیلات تکمیلی

دانشگاه زنجان - کمیته تخصصی امور ارشدی

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه

استادداهای درخشان

دکتر محمد مسین شهیر

معاون آموزش و تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی

تقدیم به

مادر مهربان و پدر دلسوزم

و همه کسانی که دوستان دارم

مشکر و پاسگذاری

سپاس خدایی را که خدایی، تنها برانزده اوست. او بی که در سخت ترین روزها با ما می ماند، گلایه های ما را تحمل می کند و با شادی ما بخند می زند. خدایی که با من بود تا برسم به جایی که باید، و در این راه هیچ یک از نعمت هایش را از من دریغ نکرد.

اکنون که این تحقیق به پایان رسیده است، بر خود لازم می دانم از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر احمد کلچین که در کل دوران تحصیلم، همواره از نظرات و راهنمایی های ارزنده شان بهره مند شده ام مشکر و قدردانی نمایم. همچنین از استاد مشاور کرامیم، آقای دکتر شروین احمدی که در نهایت سنجی بی بدایتگر راه من بودند نهایت مشکر و پاسگذاری را دارم. از آقایان دکتر علیرضا واعظی و دکتر امیردلاور که داوری جلسه دفاع از پایان نامه اینجانب را بر عهده داشتند پاسگذاری دارم. از کلیه اساتید گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان بویژه آقایان دکتر محمدی و دکتر بشارتی بسیار مشکر می نمایم. از مسئولین محترم آزمایشگاه های خاکشناسی خانم مهندس حسینی و آقای مهندس بیات به خاطر زحمات بی دریغشان نهایت پاسگذاری را دارم.

از تمامی دوستانم خانمها فوزیه ملائی، مرضیه معصومی، سارا ساجدی، مریم تحل کنان، سهیلا سیدراجی، وحیده محمودزاده، لیلی اسماعیل زاده، فرزانه کردلو، نوشین پارسانش، معصومه عباسی، پریسانتی زاده، نسرن فرزاد، صدیقه خلیلی، المیرا بشارتی، شادی خالصی، ژاله کامل، سمیرا تقفانی، رحیمه نوریان و آقایان مجتبی جهانی، پیام بابایی، بهنام سالوند، مهدی توفیقی، راهب امیری و صلاح الدین مرادی نهایت پاسگذاری را دارم.

همچنین از فرد فرد اعضای خانواده ام که آسودن من به قیمت فرسودن آنها تمام شد، نهایت پاسگذاری را دارم و امیدوارم که بتوانم با سعی و تلاش بیشتر خود در این راه پانگه کوی ذره ای از زحمات آنها باشم.

ماندانا طوسی

اسفندماه ۱۳۸۷

چکیده

به دلیل افزایش روزافزون فرسایش و هدررفت خاکها، خصوصاً خاکهای زراعی، در مناطق مختلف جهان، تلاشهای زیادی جهت کاهش این معضل بزرگ صورت گرفته است. تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر پلیمرهای مختلف با غلظتهای متفاوت، بر برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک و رشد گیاه ذرت، در آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، انجام گرفت. برای اجرای این طرح از خاکهایی با بافتهای شن لومی، رس شنی و لوم استفاده گردید. خاکهای مورد نظر از مناطق مختلف استان زنجان نمونه برداری شد. در این راستا آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل در سه تکرار بر روی خاکهای مورد نظر و دو نوع خاکدانه جدا شده از این خاکها (لومی و رسی) انجام گردید. فاکتورها شامل: فاکتور پلیمر در هفت سطح (سه پلیمر یونی و غیر یونی از نوع آکریلیک به همراه ترکیب دو تایی و سه تایی این پلیمرها)، فاکتور غلظت در چهار سطح (غلظت صفر به عنوان شاهد و مخلوط وزنی یک قسمت پلیمر با یک، پنج و ده قسمت آب) بودند. پس از اعمال تیمارها، شاخصهایی نظیر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در حالت مرطوب و خشک، میزان رس قابل انتشار، هدایت هیدرولیکی، آب فراهم گیاه، هدایت الکتریکی، اسیدیته خاک و درصد جوانه زنی بذری، وزن خشک اندامهای هوایی، زیر زمینی و مجموع کل آنها، میزان رس قابل انتشار و میانگین وزنی قطر خاکدانه های ۴-۲ میلیمتری در حالت مرطوب اندازه گیری شد. به منظور تحلیل آماری داده ها از نرم افزار MSTAT-C و برای مقایسه میانگین شاخص های آماری مورد نظر، از آزمون چند دامنه ای دانکن (در سطح ۰.۵٪) استفاده گردید. نتایج نشان داد که در هر سه خاک اثر نوع پلیمرها بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در حالت مرطوب و خشک، میزان رس قابل انتشار، هدایت هیدرولیکی و آب فراهم گیاه در سطح یک درصد معنی دار بود و تأثیر پلیمرهای یونی بر پارامترهای فوق بیش از پلیمر غیر یونی بود. نوع پلیمرها در خاک شنی و لومی باعث کاهش اسیدیته و در خاک رسی باعث افزایش این شاخص نسبت به شاهد شد. همچنین نوع پلیمرها بر هدایت الکتریکی خاک لومی افزود اما در خاکهای شنی و رسی باعث کاهش این پارامتر شد. افزودن پلیمر، میزان رس قابل انتشار را کاهش داد و بر میانگین وزنی قطر خاکدانه های ۴-۲ میلیمتری افزود. وزن خشک ریشه، ساقه و وزن خشک کل گیاه با افزودن پلیمر به خاک شنی کاهش و در خاک رسی افزایش یافت. اثر غلظت پلیمر نیز بر کلیه شاخصهای مذکور در سطح یک درصد معنی دار شد و با افزایش غلظت بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در حالت مرطوب و خشک، هدایت هیدرولیکی و هدایت الکتریکی هر سه خاک افزوده شد. همچنین با افزایش غلظت بر اسیدیته و خصوصیات مربوط به گیاه در خاک رسی، افزوده شد. اثر متقابل غلظت و نوع پلیمر بر هدایت هیدرولیکی و میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در حالت مرطوب و خشک، آب فراهم گیاه، هدایت الکتریکی و اسیدیته در سطح یک درصد معنی دار شد. بیشترین افزایش در میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در حالت

مرطوب و هدایت هیدرولیکی اشباع و بیشترین کاهش در آب فراهم گیاه در خاک رسی، توسط پلیمرهای آنیونی در بالاترین غلظت ایجاد شد. بیشترین درصد جوانه زنی بذر و رشد ریشه و ساقه گیاه در خاک رسی نیز توسط بیشترین غلظت همین پلیمرها صورت گرفت.

کلمات کلیدی: پلیمرهای محلول در آب، پایداری خاکدانه، رس قابل انتشار، هدایت هیدرولیکی، بافت خاک،

ترکیبات آکرلیک

فهرست مطالب:

فصل اول- مقدمه و کلیات	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- کلیات	۴
۱-۲-۱- ساختمان خاک	۴
۲-۲-۱- انواع ساختمان	۵
۳-۲-۱- چگونگی تشکیل خاکدانه ها	۷
۴-۲-۱- عوامل مؤثر بر پایداری خاکدانه	۹
فصل دوم- بررسی منابع	۱۶
۱-۲- اصلاح کننده های خاک	۱۶
۱-۱-۱- انواع اصلاح کننده های خاک	۱۶
۲-۲- پلیمرها	۱۹
۳-۲- خصوصیات پلی آکریل آمید (PAM)	۲۰
۱-۳-۲- پلی آکریل آمید کاتیونی	۲۱
۲-۳-۲- پلی آکریل آمید آنیونی	۲۲
۳-۳-۲- پلی آکریل آمید غیر یونی	۲۲
۴-۲- پلیمرهای مورد استفاده در کشاورزی	۲۳
۱-۴-۲- پلیمرهای محلول در آب	۲۳
۲-۴-۲- پلیمرهای نامحلول در آب	۲۴
۵-۲- مکانیسم جذب پلیمرها بر سطح رس	۲۵
۶-۲- تأثیر پلیمر بر جلوگیری از پراکنش ذرات رس	۲۶
۷-۲- عوامل مؤثر در همآوری اجزاء خاک توسط پلی آکریل آمید	۲۷
۸-۲- نقش PAM در کشا و رزی	۲۸
۹-۲- فرسایش پذیری خاک	۲۹
۱۰-۲- نقش پلی آکریل آمید (PAM) در کاهش فرسایش پذیری خاک	۳۲
۱۱-۲- بررسی برخی از اثرات منفی پلیمر های شناخته شده در خاک	۳۸
فصل سوم- مواد و روشها	۴۰
۱-۳- خاکهای مورد بررسی	۴۰

۴۲	۲-۳- پلیمرهای مصرف شده.....
۴۴	۳-۳- طرح آماری مورد استفاده.....
۴۵	۴-۳- شاخصهای اندازه گیری شده در خاکهای تیمار شده.....
۴۵	۳-۴-۱- میانگین وزنی قطر خاکدانه هادرحالت مرطوب (MWD_{wet}).....
۴۵	۳-۴-۲- میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در حالت خشک (MWD_{Dry}).....
۴۶	۳-۴-۳- رس قابل انتشار (DC).....
۴۶	۳-۴-۴- ضریب آبگذری اشباع (k_s).....
۴۷	۳-۴-۵- آب فراهم (AW).....
۴۷	۳-۴-۶- بررسی شاخصهای رشد گیاه در خاکهای تیمار شده با پلیمر.....
۴۹	۳-۴-۷- تجزیه آماری.....
۵۰	فصل چهارم- نتایج و بحث.....
۵۰	۴-۱- اثر پلیمرها بر ویژگیهای فیزیکی خاکها.....
۵۱	۴-۱-۱- اثر پلیمرهای مختلف بر میانگین وزنی قطر خاکدانه هادرحالت مرطوب (MWD_{wet}).....
۵۵	۴-۱-۲- اثر پلیمرهای مختلف بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در حالت خشک (MWD_{Dry}).....
۵۹	۴-۱-۳- اثر پلیمرهای مختلف بر میزان رس قابل انتشار.....
۶۳	۴-۱-۴- اثر پلیمرها بر هدایت هیدرولیکی خاکها.....
۶۸	۴-۱-۵- اثر پلیمرها بر آب فراهم گیاه.....
۷۲	۴-۱-۶- تأثیر پلیمرهای مختلف بر پایداری و رس قابل انتشار در خاکدانه های ۲-۴ میلیمتری.....
۷۸	۴-۲- اثر پلیمرها بر ویژگیهای شیمیایی خاکها.....
۷۹	۴-۲-۱- تأثیر پلیمرها بر اسیدیته خاک.....
۸۲	۴-۲-۲- تأثیر پلیمرها بر شوری خاک.....
۸۵	۴-۳- اثر پلیمرها بر شاخصهای گیاهی.....
۸۶	۴-۳-۱- تأثیر پلیمرهای مختلف بر درصد جوانه زنی بذر.....
۸۷	۴-۳-۲- تأثیر پلیمرهای مختلف بر وزن ساقه.....
۸۹	۴-۳-۳- تأثیر پلیمرهای مختلف بر وزن ریشه.....
۹۱	۴-۳-۴- تأثیر پلیمر بر وزن کل.....
۹۳	نتایج کلی.....
۹۳	نظرات و پیشنهادات.....
۹۱	ضمایم.....

منابع..... ۹۱

جداول..... ۹۱

اشکال..... ۹۱

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

خاک به عنوان بستر اصلی بیشتر رویشهای گیاهی، یکی از با ارزشترین ثروت‌های ملی هر کشور بوده و تأمین کننده اصلی احتیاجات خوراکی و پوشاکی انسان است. بیش از ۵۰۰ میلیون نفر از مردم جهان در نواحی نیمه خشک زندگی می کنند و بیشتر آنها برای امرار معاش و گذران زندگی وابسته به کشاورزی هستند (لنز و همکاران^۱، ۱۹۹۲). جمعیت بسیاری از کشورها در چنین مناطقی، طی سه دهه اخیر، دو برابر شده و همچنان نیز با سرعت رو به افزایش است که این افزایش جمعیت هماهنگ با افزایش تولیدات غذایی نمی باشد و با چنین ازدحام جمعیتی نیاز به یک ذخیره غذایی کافی و پایا، واضح و آشکار است. همچنین در مناطق نیمه خشک مینیمم مقدار بارندگی سالیانه بسیار کمتر از نیاز گیاه به آب است و در مجموع شرایط آب و هوایی این منطقه تنها اجازه رشد به گیاهان یکساله را می دهد. بدیهی است که امکان افزایش تولید در این مناطق به آسانی مناطق مرطوب نبوده و نیازمند ارائه روشهای علمی و کاربردی متفاوتی است (مورین^۲، ۲۰۰۲).

مسئله تخریب خاک نیز، یکی از مشکلات رو به رشد کشورهای در حال توسعه از جمله ایران است. فرسایش، شوری و هدررفت مواد آلی خاک از مهمترین شکلهای تخریب خاک است که منجر به کاهش کیفیت و باروری خاک می شود. ماده آلی به عنوان یک منبع ارزشمند غذایی نه تنها باعث بهبود ساختمان خاک و کاهش فرسایش می گردد بلکه باعث بهبود نفوذپذیری، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و مقاومت گیاهان به خشکی می شود (گلچین و ملکوتی، ۱۳۷۸).

در حوزه های آبخیز کشور، دسترسی به منابع حیاتی نظیر خاک، آب و پوشش گیاهی به شدت کاهش یافته که پیامدهای آن کاهش تولیدات گیاهی و دامی، تشدید فرسایش خاک، افزایش فراوانی وقوع سیلابها و بر هم خوردن تعادل اکولوژیک در اکوسیستمهای حوزه های آبخیز بوده است. چنین تغییراتی

1-Lentz et al.,
2-Morin

همراه و توأم با وقوع خشکسالی های پی در پی، افزایش استفاده از آب و تقاضای روزافزون برای آن، چرای مفرط دام در مراتع، قطع درختان، گسترش اراضی زراعی با تبدیل اراضی جنگلی و مرتعی و بکارگیری روشهای غیر اصولی و غیرعلمی، بوده است (رفاهی، ۱۳۷۵).

منابع خاک برای آینده کشاورزی به مدیریت و حفاظت نیاز دارد. نظارت صحیح بر منابع طبیعی، نسلهای آینده را قادر خواهد ساخت که بتوانند نیازهای خود و مایحتاج فرزندان خود را تأمین نمایند. لازمه مدیریت خاک ایجاد تغییر در منابع طبیعی به منظور دستیابی به حد مطلوب بازده به ازای نهاده مصرفی است (عسگری، ۱۳۸۴؛ کوچکی و حسینی، ۱۳۷۶). اهداف اصلی مدیریت خاک شامل کشت محصولات به منظور کسب سود، افزایش عملکرد، نگهداری و افزایش حاصلخیزی خاک، کاهش خطر گرم شدن زمین، جلوگیری از فرسایش و هدر رفت خاک و جلوگیری از آلودگی محیط زیست و ذخایر آبی با عناصر غذایی و سایر عناصر شیمیایی است (عسگری، ۱۳۸۴؛ حق نیا و کوچکی، ۱۳۷۶). فاکتورهای مدیریت پایدار خاک باید به گونه ای باشد که حاصلخیزی و بیولوژی خاک به مدت طولانی حفظ شده و عوامل آلوده کننده و خطرناک در خاک به حداقل برسد، توده خاک در هر واحد کوچک زمین به مدت طولانی حفظ گشته و تمام اشکال تخریب خاک کنترل گردد (عسگری، ۱۳۸۴؛ کامرون و همکاران^۱، ۱۹۹۸).

ساختمان خاک همچنین بر انتقال مواد طی فرآیند فرسایش و آبشویی تأثیر می گذارد، بنابراین بر شرایط زیست محیطی اثر قابل توجهی دارد. ساختمان خاک نسبت به فعالیت های انسانی نیز بسیار حساس است. دامنه تأثیر فعالیت های انسانی ممکن است در چند ساعت تا چند قرن قابل مشاهده باشد (قدیری، ۱۳۷۲).

از جمله معیارهای اندازه گیری پایداری ساختمان خاک، پایداری خاکدانه های تر، مقدار رس منتشرشونده و مقاومت کششی را می توان نام برد. پایداری خاکدانه ها در ارزیابی خاک اهمیت فراوانی دارد زیرا اگر خاکدانه ها در اثر خیس شدن یا برخورد با ادوات کشاورزی متلاشی نشوند، گویای این واقعیت خواهند بود که آبیاری، بارندگی، زهکشی و عملیات کاشت و داشت و برداشت تأثیر نامطلوبی بر ساختمان

خاک نداشته و خاک از یک پایداری مطلوب و نسبی برخوردار است (کی^۱ و همکاران، ۱۹۸۸). اما در صورتیکه ساختمان خاک تحت تأثیر تنشهایی مانند خیس شدن ناگهانی خاک خشک و یا غرقاب خاک مرطوبی که قبلاً تنشهای مکانیکی بر آن وارد شده است قرار گیرد و تخریب شود نشان دهنده ضعیف بودن ساختمان خاک است. در حالت اول تنش ناشی از انبساط غیر متجانس و هوای محبوس باعث خرد شدن خاکدانه‌ها می شود و در حالت دوم بعلت مرطوب بودن خاکدانه‌ها، تنش اسمزی می تواند موجب پراکنش ذرات رس در آب شود. علت تأکید بر ذره رس در فرآیند تخریب ساختمان خاک اینست که چگونگی آرایش ذرات رس، فاکتور اصلی تعیین کننده ویژگیهای فیزیکی خاک از جمله وزن مخصوص، اندازه خاکدانه و سرعت حرکت آب در خاک می باشد (هیلل^۲، ۱۹۸۰).

ساختمان خاک از ویژگیهای مهم خاک است که ابقاء و اصلاح آن عامل مهمی در کشاورزی پایدار محسوب می گردد. شرط تولید مطلوب اغلب محصولات کشاورزی، نگهداری آب کافی در خاک، وجود شرایط هوازی و نفوذ پذیری مناسب است (امرسون^۳، ۱۹۹۰). از آنجا که رواناب و فرسایش خاک از مشکلات گسترده ایست که زمین با آن مواجه است و موجب هدر رفت حاصلخیزی خاک و بر هم خوردن ساختمان خاک می شود لذا از اصلاح کننده هایی نظیر پلی اکریل آمید (PAM) می توان جهت حفظ ساختمان خاک در مناطق خشک که میزان ماده آلی خاک ناچیز است استفاده نمود.

1-Kay et al.,

2- Hillel

3-Emerson

۱-۲-۱ کلیات

۱-۲-۱-۱ ساختمان خاک

از ویژگیهای مهم خاک است که علاوه بر شرایط بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک بر شرایط فیزیکی خاک نیز تأثیر می‌گذارد. توانایی یک خاک برای حفظ آرایش ذرات جامد و تخلخل، در طول زمان و تحت نیروهای مختلف به عنوان پایداری ساختمان خاک تعریف می‌شود. از جمله معیارهای اندازه‌گیری پایداری ساختمان خاک، شامل پایداری خاکدانه‌های تر، مقدار رس منتشرشونده، شاخص تراکم پذیری و مقاومت کششی است (کی^۱ و همکاران، ۱۹۸۸).

همچنین ساختمان خاک را می‌توان با تعیین وسعت فرآیند خاکسازی و طبیعت خلل و فرج، ارزیابی نمود. این ویژگیها که بر واکنش گیاهان به عملیات تنظیم آب اثر می‌گذارند، خود متأثر از عملیات خاکورزی و سیستم کاشت است. توزیع اندازه ذرات، مقدار و پایداری خاکدانه‌ها، از جمله موارد قابل توجه در ارزیابی فرآیند خاکدانه سازی در خاکهاست. این عوامل در تعیین مقدار و توزیع خلل و فرج و حساسیت خاک به فرسایش آبی و بادی نیز دارای اهمیت است (جری^۲، ۱۹۹۷).

ساختمان مطلوب خاک برای رشد محصولات زراعی، شامل وجود خاکدانه‌هایی با قطر ۱ تا ۱۰ میلی‌متر است که در حالت خیس پایدار می‌مانند. چنین خاکدانه‌هایی برای تأمین تهویه خوب، باید متخلخل بوده و جهت تأمین آب مورد نیاز گیاه خلل و فرجی در حدود ۳۰-۲۰ میکرومتر داشته باشند. فضای بین خاکدانه‌ها نیز باید آنقدر بزرگ باشد تا نفوذ پذیری افزایش یافته و زهکشی به خوبی صورت گیرد (تیزدال و ادز^۳، ۱۹۸۲).

فرآیند خرد شدن خاکدانه‌ها در جائیکه خاکدانه آنقدر استحکام ندارد تا در برابر فشار هوای محبوس در خلل و فرج یا فشار انبساط مقاومت کند، رخ می‌دهد. در شرایط مزرعه، فروریختن خاکدانه‌ها، عمدتاً

1 -Kay et al

2-Jhurry

3 -Tisdal and oades

در لایه سطحی خاک رخ می دهد زیرا در قسمت های عمیق تر خاکدانه ها از خشک شدن کامل و خیس شدن سریع محفوظ می مانند. فروریختن خاکدانه ها- حتی اگر با پراکنش رس همراه نباشند- خطری جدی به شمار می آید زیرا لایه های خرد شده، نفوذ آب و جوانه زنی بذرها را محدود می کند. خاکدانه های کوچک حاصل از فرآیند خرد شدن نیز ممکن است ناپایدار بوده و موجب پراکنش رس شوند (تیزدال و ادز، ۱۹۸۰).

ویژگی های فیزیکی و مکانیکی خاک تا حد زیادی به، توزیع اندازه ذرات، مقدار و پایداری خاکدانه هادراب، بستگی دارد و از جمله موارد قابل توجه در ارزیابی فرآیند خاکسازي در خاکها می باشد. عوامل اقلیمی، بیولوژیکی و مدیریت خاک، بشدت بر ساختمان خاک تأثیر می گذارند و ساختمان خاک همواره در معرض نیروهای مکانیکی و فیزیکوشیمیایی طبیعی قرار دارند. به علت این شرایط پیچیده، نمی توان روش عینی و مقبول همگان جهت ارزیابی ساختمان خاک ارائه نمود؛ اما ساختمان خاک را نه به عنوان یک ویژگی کمی، بلکه به عنوان مفهومی کیفی می توان مورد بررسی قرار داد (هیلل^۱، ۱۹۸۰).

۱-۲-۲- انواع ساختمان

ذرات خاک و یا مجموعه ای از آن و یا خاکدانه ها گرد هم آمده، اشکال متفاوتی ایجاد می کنند که به آن ساختمان خاک گفته می شود.

در رده بندی انواع ساختمان خاک، سه مشخصه: شکل، اندازه و استحکام واحدهای ساختمانی اهمیت داشته و گروههای زیر تمیز داده می شوند:

الف- ورقه ای^۲- در این حالت، تجمع خاکدانه ها و یا مجموعه ای از آن بصورت ورقه یا صفحه می باشد.

ب- منشورمانند^۱- در این واحدهای ساختمانی، درزو ترک عمودی بیشتر به چشم خورده و سطوح جانبی واحدهای ساختمانی، اغلب صاف و صیقلی است. این نوع ساختمان بیشتر در تحت الارض خاکهای

1 -Hillel

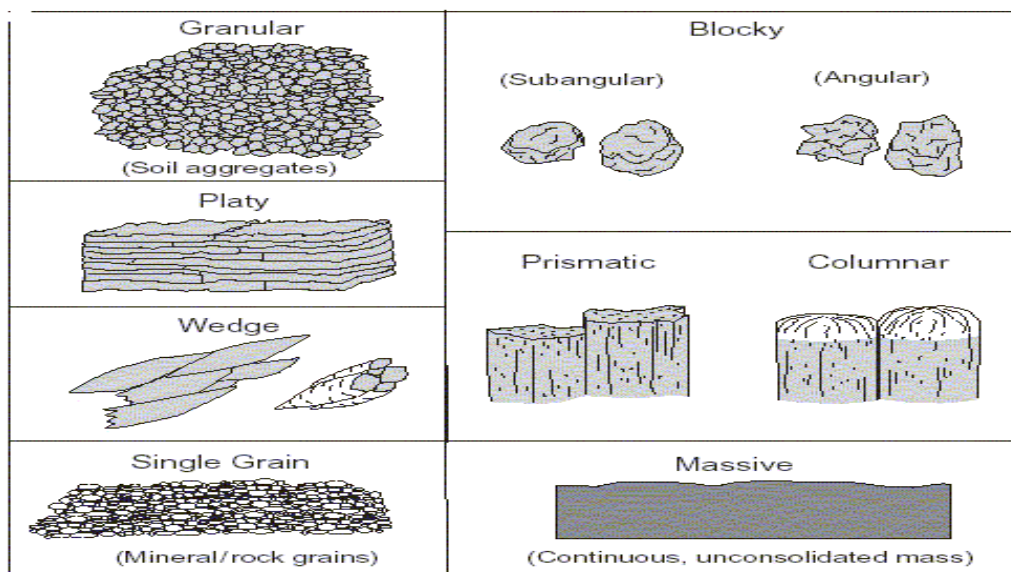
2- Platy structure

مناطق خشک یافت شده واز ویژگیهای خاکهای قلیایی نیز محسوب می شود. اگر دوسر واحدهای ساختمانی کروی باشد، ساختمان خاک را ستونی^۲ و اگر صاف وزاویه دار باشد، منشوری^۳ می نامند.

ج- مکعب مانند^۴ - در این واحدهای ساختمانی، فراوانی درز و ترکهای افقی وعمودی کم و بیش یکسان بوده و محورهای متقاطع واحدهای ساختمانی تقریباً یک اندازه اند. اگر زوایای این واحدها، تیز و سطوح- جانبی متمایز باشند، آنرا مکعبی^۵ و در صورتیکه زوایا، تیز نبود، آنرا مکعبی بدون گوشه یا فندقی^۶ می نامند.

د- کروی^۷-کلیه واحدهای ساختمانی یا خاکدانه های کروی در این گروه قرار می گیرند و در اثر جذب آب، هنوز فضای خالی بین خاکدانه ها باقی می ماند که به انتقال آب و هوادر خاک کمک می کند. خاکدانه های موجود در این واحدهای ساختمانی را دانه^۸ نامیده و ساختمان خاک مربوطه رادانه ای^۹ می نامند. اگر خاکدانه ها خود نیز متخلخل باشند، ساختمان خاک را دانه ای متخلخل^{۱۰} می گویند. (بای بوردی، ۱۳۸۲). شکل ۱-۱ انواع ساختمان خاک را نشان می دهد.

-
- 1 - Prismlike structure
 - 2 - Columnar structure
 - 3 - Prismatic structure
 - 4 - Blocklike structure
 - 5 - Blocky
 - 6 - Subangular Blocky
 - 7- Spheroidal structure
 - 8 -Granule
 - 9 -Grunular
 - 10 -Crumb



شکل ۱-۱- انواع ساختمان خاک

۱-۲-۳- تشکیل خاکدانه ها

در مطالعه خاکدانه‌ها دو نکته حائز اهمیت است: اول تشکیل خاکدانه‌ها و دوم پایداری آنها پس از تشکیل.

برای تشکیل خاکدانه‌های پایدار، ابتدا کلوئیدهای خاک بایستی تجمع حاصل کرده و سپس تثبیت شوند. گام نخست در تشکیل خاکدانه‌ها، گرد هم آبی ذرات خاک است و برای اینکه خاکدانه‌های حاصله، پایدار بمانند، وجود انواع ملات‌های آلی و معدنی ضروری است. مواد آلی، سیلیکات‌ها و ذرات رس در صورتیکه با کاتیون مناسبی ترکیب شوند، ملات لازم را برای پیوند ذرات خاک به یکدیگر فراهم می‌سازند (بای بوردی، ۱۳۸۲).

هریس^۱ و همکاران (۱۹۶۶) پس از بررسی چهارصد مقاله درباره پایداری و چگونگی تشکیل خاکدانه‌ها نکات زیر را قابل توجه میدانند:

۱- روش کشت و کار تأثیر بسزایی در خاکدانه سازی دارد اما چون عوامل مختلفی مشترکاً عمل می‌کنند، تفکیک تأثیر آن عوامل از یکدیگر آسان نیست. مثلاً ریشه گیاهان در آن واحد عامل سازنده و مخرب خاکدانه محسوب می‌شود و کشت محصولاتی مانند علوفه که گاه و گلیش آن سرشار از مواد آلی تجزیه پذیر است، سبب بهبود ساختمان خاک شده و کشت پیای گیاهان یکساله، موجبات تخریب ساختمان خاک را فراهم می‌سازد.

۲- تشکیل خاکدانه ها درافق روپین بسیاری از خاکها، تابعی از تجزیه و فساد میکروبی مواد آلی است و هرچه شرایط محیط برای فعالیت میکروبها مناسب تر باشد، بازتاب مثبت آن درتشکیل و پایداری خاکدانه‌ها، بیشتر نمودار می‌شود. تأثیر مواد آلی در تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها، هنگامی ظاهر می‌شود که مواد آلی فعال باشند. فعالیت مواد آلی از فعالیت میکروارگانیسم هادر خاک سرچشمه می‌گیرد.

تأثیر میکروارگانیسمهای مختلف مانند باکتریها، قارچها و اکتینومیستها که در خاک به حد وفور یافت می‌شوند در تشکیل و پایداری خاکدانه ها متفاوت بوده است. قارچها بیشترین باکتریها، کمترین و اکتینومیستها در حد وسط قرار می‌گیرند.

۳- میکروارگانیسمها و کرمها نیز از طریق تغذیه و دفع مواد در ایجاد خاکدانه های پایدار مؤثرند.

۴- عملیات آماده سازی بستر کشت در صورتیکه در دامنه محدودی از رطوبت خاک انجام شود، سبب بهبود ساختمان خاک می‌گردد.

۵- انواع ترکیبات آلی و معدنی از قبیل پلیمرهای آلی، اکسیدهای آهن و آلومینیوم و رس کلوئیدی مانند ملاتی ذرات خاک را بهم پیوند داده و باعث ایجاد خاکدانه های پایدار می‌شوند.

۶- تأثیر پلیمرهای آلی تابعی از وزن مولکولی و تعداد گروههای آمین، هیدروکسیل و کربوکسیل می‌باشد.

پلیمرهای آلی بدون بار الکتریکی، ذرات رس را احتمالاً با پیوند هیدروژنی، به یکدیگر متصل می‌کند (بای بوردی، ۱۳۸۲). خاکدانه سازی نتیجه تأثیر متقابل جامعه میکروبی و ترکیب مواد آلی و معدنی خاک

می باشد که نشان دهنده مدیریت زراعی است (پیل و جاکونو^۱، ۱۹۸۴). فون خاک، میکرو ارگانیزمها، ریشه ها و عوامل اتصال غیر آلی و تغییرات محیطی را می توان به عنوان عوامل مؤثر بر تشکیل خاکدانه ها معرفی نمود (تاپ و رینولد^۲، ۱۹۸۲). خاکدانه سازی و پایداری آن تأثیر زیادی روی خصوصیات مختلف خاک دارد (تیلور و هالفاکر^۳، ۱۹۸۶).

۱-۲-۴- عوامل مؤثر بر پایداری خاکدانه

پایداری خاکدانه ها، اهمیت زیادی در کشاورزی دارد، اما ارزیابی و مقایسه آن در مناطق وسیع و برای انواع مختلف خاکها دشوار است. لازمه نتیجه گیری مطلوب از مقادیر اندازه گیری شده پایداری خاکدانه، آن است که بتوان قواعد کلی در فرآیند خاکدانه سازی را، برای هر نوع خاک، منطقه و مدیریت زراعی کاملاً روشن کرد. پس از به دست آوردن این قواعد کلی می توان روشهای اندازه گیری پایداری را اصلاح و برای بهبود وضعیت پایداری خاکدانه ها پیشنهادات مشخصی ارائه نمود (یوتومو و دکستر^۴، ۱۹۸۲).

همچنین پایداری خاکدانه ها از مهمترین عوامل مؤثر در جلوگیری از فرسایش خاکهاست (لبیسونیس^۵، ۱۹۹۶). وجود ساختمان مناسب و پایدار برای نفوذ سریع آب به اعماق خاک ضروری است، در صورتیکه ساختمان خاک اجازه نفوذ عمیق آب را ندهد، آب در لایه های سطحی ذخیره شده و به سرعت تبخیر می گردد (هاداس^۶، ۱۹۷۵) مبنای یک ساختمان خوب برای رشد گیاه پایداری خاکدانه های آن در آب است (اخیانی، ۱۳۷۸). پایداری خاکدانه ها یعنی مقاومت آنها در مقابل شکستن، موقعی که در معرض نیروهای تخریب کننده قرار می گیرند. آب چه به صورت آبیاری و چه به صورت بارندگی باعث شکستن آن دسته از خاکدانه هایی می شود که به طورضعیف به هم اتصال یافته اند و این امر موجب پراکنده شدن ذرات رس، کاهش تخلخل، افزایش مقاومت خاک به نفوذ ریشه ها، کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع و آب قابل

1 -Pill and Jacono
2-Topp and Raynold
3-Taylor and Halfacre
4-Utomo and Dexter
5-Le Bissonnais
6 -Hadas