

دانشکده علوم کشاورزی

گروه علوم خاک

فیزیک و حفاظت خاک

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر پایداری خاکدانه و برخی خصوصیات فیزیکی خاک در کشت  
دوم در اراضی شالیزاری

از:

فرشته غلامی حسین‌پور

استاد راهنما:

دکتر محمود شعبانپور

استاد مشاور:

دکتر سید حسین پیمان

دی ۸۹

تقدیم به:

خانواده عزیز و مهربانم

که همواره حامی و مشوقم بوده‌اند

سپاس بی‌پایان خداوند را که فرصت و توانم داد که مرحله‌ای دیگر از مراحل علمی زندگیم را پشت سر بگذارم و به اندوخته علمی خود بیافزایم. بدین لحاظ که مجموعه حاضر حاصل زحمات و همکاری‌های بسیار کسانی بوده است که جا دارد از آن‌ها سپاسگذاری کنم.

در ابتدا صمیمانه‌ترین تقدیرها تقدیم خانواده عزیز و مهربانم که همواره حامی و مشوقم بوده‌اند و پیمودن روزهای سخت و آسان زندگیم بدون دعای خیر و برکت وجودشان غیر ممکن بود. از استاد راهنمای ارجمند جناب آقای دکتر محمود شعبانپور که همواره از رهنمودهای ارزنده ایشان برخوردار بودم، صمیمانه قدردانی می‌نمایم. از استاد مشاور محترم جناب آقای دکتر سید حسین پیمان به پاس زحمات بی‌شائبه‌شان قدردانی می‌نمایم. از اساتید گرامی جناب آقای دکتر حسین اسدی و جناب آقای دکتر اکبر فرقانی که زحمت داوری این پایان‌نامه را بر عهده داشتند کمال تشکر را دارم. از مدیر گروه محترم خاکشناسی جناب آقای دکتر حسن رمضانپور نیز تشکر می‌نمایم. از مدیر محترم تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی، سرکار خانم دکتر معظم حسن‌پور و نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر محمود قاسم نژاد و جناب آقای دکتر داوود بخشی سپاسگذارم. از کارشناسان محترم آزمایشگاه خاکشناسی آقایان مهندس انصاری و مهندس زینعلی و سرکار خانم مهندس معلمی که با اینجانب همکاری نموده‌اند کمال تشکر را دارم. و در پایان صمیمانه‌ترین سپاس را تقدیم تک‌تک دوستان خوبم، که محبتشان فراموش نشدنی است می‌کنم و خاضعانه از ایزد منان آرزوی سلامت و توفیق خانواده، اساتید و دوستان عزیزم را دارم.

فرشته غلامی حسین‌پور

## چکیده

تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر پایداری خاکدانه و برخی خصوصیات فیزیکی خاک در کشت دوم در اراضی

شالیزاری

فرشته غلامی حسین‌پور

خاک‌ورزی از اجزای مهم مدیریت خاک است و تاثیر زیادی بر اکوسیستم‌های کشاورزی دارد. انتخاب روش و نوع وسیله خاک‌ورزی به عواملی نظیر ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌های آن، بافت خاک، نوع تناوب زراعی، پتانسیل فرسایشی، شرایط رطوبتی خاک و زمان کشت بستگی دارد. در این تحقیق، اثر چهار روش مختلف خاک‌ورزی بر پایداری خاکدانه و برخی خصوصیات فیزیکی خاک در کشت دوم در اراضی شالیزاری مورد بررسی قرار گرفت. چهار تیمار خاک‌ورزی شامل: خاک‌ورزی اولیه با گاوآهن برگردان‌دار + خاک‌ورزی ثانویه با روتواتور (T1)، دو بار خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار در جهت عمود بر هم (به صورت متقاطع) (T2)، بدون خاک‌ورزی (T3)، یک بار خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار (T4) بودند. طرح آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کرت‌هایی به ابعاد ۱۰×۱۰ متر بود. شبدر برسیم به عنوان محصول کشت دوم انتخاب گردید. بعد از شش ماه نمونه‌برداری از خاک صورت گرفت و عملکرد محصول تعیین گردید. نتایج نشان داد که میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD)، میانگین هندسی قطر خاکدانه (GMD)، عملکرد محصول، مقاومت مکانیکی خاک، جرم مخصوص ظاهری و تخلخل خاک در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر و توزیع اندازه خاکدانه‌ها در روش‌های مختلف خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشته است. مقایسه میانگین نشان داد که کم‌ترین عملکرد و بیشترین مقدار MWD، GMD، مقاومت مکانیکی خاک و جرم مخصوص ظاهری مربوط به تیمار بدون شخم بود. در حالی- که تیمار T1 بیشترین عملکرد محصول را دارا بود. علت آن هم تخلخل بیشتر، مقاومت مکانیکی و جرم مخصوص ظاهری کم‌تر و کوچک بودن اندازه خاکدانه‌های ایجاد شده به وسیله روتواتور است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اگرچه روش بدون خاک‌ورزی، باعث افزایش قطر و بهبود پایداری خاکدانه می‌شود، ولی به دلیل فشردگی خاک و افزایش جرم مخصوص ظاهری و مقاومت مکانیکی خاک منجر به افت در عملکرد محصول خواهد شد. در حالی‌که استفاده از گاوآهن برگردان‌دار + روتواتور، نسبت به سایر روش‌ها باعث بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش عملکرد محصول کشت دوم در اراضی شالیزاری می‌شود.

واژه کلیدی: خاک‌ورزی، میانگین وزنی قطر خاکدانه، خصوصیات فیزیکی خاک، اراضی شالیزاری

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
د	چکیده فارسی.....
ذ	چکیده انگلیسی.....
۲	مقدمه.....

## فصل اول: کلیات و مروری بر منابع

۵	۱-۱- کشاورزی پایدار.....
۵	۲-۱- زمین.....
۵	۳-۱- خاک.....
۷	۴-۱- خاک‌ورزی و ابزار جابجایی خاک.....
۷	۱-۴-۱- تاریخچه خاک‌ورزی.....
۸	۲-۴-۱- سیستم‌های خاک‌ورزی.....
۹	۳-۴-۱- انواع اصلی روش‌ها و ابزارهای خاک‌ورزی.....
۱۱	۵-۱- خاک‌ورزی حداقل و ساختمان خاک.....
۱۲	۶-۱- بدون خاک‌ورزی.....
۱۳	۷-۱- مشکلات موجود در روش بی‌خاک‌ورزی.....
۱۴	۸-۱- ساختمان خاک.....
۱۵	۹-۱- پایداری خاکدانه.....
۱۷	۱-۹-۱- نمایه‌های بیان پایداری و توزیع اندازه خاکدانه.....
۱۷	۱-۱-۹-۱- میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD).....
۱۸	۲-۱-۹-۱- میانگین هندسی قطر خاکدانه (GMD).....
۱۸	۱۰-۱- اندازه خاکدانه و عوامل مختلف.....

۲۰	۱۱-۱- خصوصیات فیزیکی خاک و رشد ریشه.....
۲۲	۱۲-۱- شبدر برسیم.....
۲۷	۱۳-۱- مروری بر پژوهش‌های انجام شده.....
۲۷	۱-۱۳-۱- اثر خاک‌ورزی بر پایداری و اندازه خاکدانه و کربن آلی.....
۳۱	۲-۱۳-۱- اثر خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری، مقاومت به نفوذ و عملکرد محصول.....

## فصل دوم: مواد و روش‌ها

۴۰	۱-۲- ویژگی‌های طبیعی استان گیلان.....
۴۱	۲-۲- منطقه مورد مطالعه.....
۴۱	۳-۲- عملیات تهیه زمین و کشت شبدر.....
۴۷	۴-۲- روش نمونه‌برداری.....
۴۷	۵-۲- اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.....
۴۷	۱-۵-۲- اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری.....
۴۸	۲-۵-۲- اندازه‌گیری مقاومت مکانیکی خاک.....
۴۸	۳-۵-۲- اندازه‌گیری توزیع اندازه و پایداری خاکدانه.....
۴۹	۴-۵-۲- اندازه‌گیری بافت خاک.....
۵۰	۵-۵-۲- اندازه‌گیری ماده آلی خاک.....
۵۱	۶-۵-۲- اندازه‌گیری جرم مخصوص حقیقی.....
۵۲	۷-۵-۲- محاسبه تخلخل خاک.....
۵۲	۸-۵-۲- اندازه‌گیری pH خاک.....
۵۳	۹-۵-۲- اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی.....
۵۳	۱۰-۵-۲- اندازه‌گیری عملکرد علوفه.....
۵۳	۶-۲- تحلیل‌های آماری.....

## فصل سوم: نتایج و بحث

۱-۳- ویژگی خاک مورد مطالعه.....	۵۵
۲-۳- بررسی همبستگی بین داده‌ها.....	۵۶
۳-۳- بررسی همبستگی بین اندازه‌های مختلف خاکدانه‌ها با بقیه پارامترها.....	۵۸
۴-۳- اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بر MWD.....	۶۳
۵-۳- اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بر GMD.....	۶۵
۶-۳- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر ماده آلی خاک.....	۶۶
۷-۳- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر عملکرد محصول.....	۶۷
۸-۳- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر مقاومت مکانیکی خاک.....	۶۹
۹-۳- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک.....	۷۱
۱۰-۳- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر تخلخل خاک.....	۷۴
۱۱-۳- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر هدایت الکتریکی خاک.....	۷۶
۱۲-۳- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر pH خاک.....	۷۶
۱۳-۳- اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بر توزیع اندازه خاکدانه‌ها.....	۷۷
۱۴-۳- نتیجه‌گیری کلی.....	۸۲
۱۵-۳- پیشنهادات.....	۸۳
منابع.....	۸۵



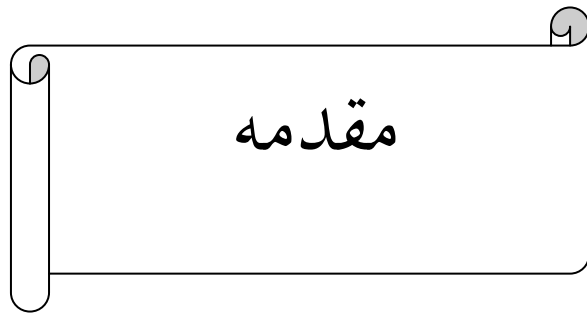
## فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- تأثیر عمق خاک‌ورزی بر روی اندازه خلل و فرج خاک.....	۱۱
جدول ۲-۱- نام و اندازه (بر حسب میلیمتر) انواع ساختمان خاک.....	۱۵
جدول ۱-۲- مشخصات فنی ادوات و ماشین‌های مورد استفاده در خاک‌ورزی قطعات آزمایشی.....	۴۵
جدول ۲-۲- آمار هواشناسی یکساله.....	۴۶
جدول ۱-۳- خصوصیات اولیه خاک مورد مطالعه قبل از اعمال روش‌های خاک‌ورزی.....	۵۵
جدول ۲-۳- ماتریس ضرایب همبستگی خطی بین متغیرهای اندازه‌گیری شده.....	۵۹
جدول ۳-۳- ماتریس ضرایب همبستگی خطی بین اندازه‌های مختلف خاکدانه‌ها و دیگر پارامترهای اندازه‌گیری شده.....	۶۰
جدول ۳-۴- تجزیه واریانس میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD).....	۶۳
جدول ۳-۵- تجزیه واریانس میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GMD).....	۶۵
جدول ۳-۶- تجزیه واریانس ماده آلی بین تیمارهای خاک‌ورزی در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر.....	۶۶
جدول ۳-۷- تجزیه واریانس ماده آلی بین تیمارهای خاک‌ورزی در عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر.....	۶۷
جدول ۳-۸- تجزیه واریانس عملکرد محصول بین تیمارهای خاک‌ورزی.....	۶۸
جدول ۳-۹- تجزیه واریانس مقاومت مکانیکی خاک بین تیمارهای خاک‌ورزی.....	۷۰
جدول ۳-۱۰- تجزیه واریانس جرم مخصوص ظاهری در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر بین تیمارهای خاک‌ورزی.....	۷۱
جدول ۳-۱۱- تجزیه واریانس جرم مخصوص ظاهری در عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر بین تیمارهای خاک‌ورزی.....	۷۱
جدول ۳-۱۲- تجزیه واریانس تخلخل در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر بین تیمارهای خاک‌ورزی.....	۷۴
جدول ۳-۱۳- تجزیه واریانس تخلخل در عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر بین تیمارهای خاک‌ورزی.....	۷۴
جدول ۳-۱۴- تجزیه واریانس هدایت الکتریکی بین تیمارهای خاک‌ورزی.....	۷۶
جدول ۳-۱۵- تجزیه واریانس pH بین تیمارهای خاک‌ورزی.....	۷۶
جدول ۳-۱۶- تجزیه واریانس توزیع اندازه خاکدانه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی.....	۷۷

## فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- گاوآهن چوبی اولیه.....	۷
شکل ۲-۱- روتیواتور دارای تیغه C شکل.....	۱۱
شکل ۳-۱- دو نمونه از تیغه‌های روتیواتور: تیغه C شکل و لاشکل.....	۱۱
شکل ۴-۱- دستگاه نفوذ سنج: الف) انتهای مخروطی فولادی ب) صفحه مدرج پ) نمای کلی از دستگاه.....	۲۰
شکل ۵-۱- درصد نفوذ ریشه‌های پنبه در یک لایه ۲/۵ سانتی متری خاک متراکم برای چهار نوع خاک مختلف.....	۲۱
شکل ۶-۱- رابطه بین مقاومت خاک و درصد رس که باعث توقف رشد ریشه می‌شود.....	۲۲
شکل ۷-۱- نمایی از ریشه شبدر برسیم و غده‌های ایجاد شده.....	۲۴
شکل ۸-۱- نمایی از برگ‌های شبدر برسیم.....	۲۵
شکل ۱-۲- کانال اصلی که آب چهار کانال فرعی را جمع‌آوری می‌کند.....	۴۱
شکل ۲-۲- چهار کانال فرعی که به کانال اصلی منتهی می‌شوند.....	۴۱
شکل ۳-۲- نقشه زمین و الگوی اجرای طرح‌ها.....	۴۲
شکل ۴-۲- نمایی از زمین بعد از اعمال تیمارهای شخم.....	۴۳
شکل ۵-۲- گاوآهن برگردان‌دار استفاده شده برای خاک‌ورزی قطعات آزمایشی (از سه نمای مختلف).....	۴۴
شکل ۶-۲- روتاری تیلری استفاده شده برای خاک‌ورزی قطعات آزمایشی (از سه نمای مختلف).....	۴۴
شکل ۷-۲- گیاهچه‌های کوچک شبدر برسیم که بعد از یک هفته سبز شدند.....	۴۴
شکل ۸-۲- نمایی از مزرعه (اواخر زمستان).....	۴۵
شکل ۹-۲- نمایی از مزرعه در فروردین ۸۹.....	۴۶
شکل ۱۰-۲- نمایی از روش اشباع خاکدانه‌ها.....	۴۸
شکل ۱۱-۲- سری‌های الک مورد استفاده و مخزن آب.....	۴۹
شکل ۱-۳- نمودار مقایسه میانگین مقادیر MWD بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی.....	۶۳
شکل ۲-۳- نمودار مقایسه میانگین مقادیر GMD بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی.....	۶۵
شکل ۳-۳- نمودار مقایسه میانگین عملکرد محصول بین تیمارهای خاک‌ورزی.....	۶۸
شکل ۴-۳- نمودار مقایسه میانگین مقاومت مکانیکی خاک بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی.....	۷۰

- شکل ۳-۵- نمودار مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری (در عمق صفر تا ۱۵ سانتی متر) بین تیمارهای مختلف خاک-ورزی.....۷۲
- شکل ۳-۶- نمودار مقایسه میانگین تخلخل بین تیمارهای مختلف خاک وورزی در عمق صفر تا ۱۵ سانتی متر.....۷۵
- شکل ۳-۷- نمودار مقایسه میانگین توزیع خاکدانه‌های با اندازه ۴/۷۵ تا ۹/۵ میلی متر در تیمارهای مختلف خاک وورزی.....۷۸
- شکل ۳-۸- نمودار مقایسه میانگین توزیع خاکدانه‌های با اندازه ۲ تا ۴ میلی متر در تیمارهای مختلف خاک وورزی.....۷۸
- شکل ۳-۹- نمودار مقایسه میانگین توزیع خاکدانه‌های با اندازه ۰/۵ تا ۱ میلی متر در تیمارهای مختلف خاک وورزی.....۷۹
- شکل ۳-۱۰- نمودار مقایسه میانگین توزیع خاکدانه‌های با اندازه ۰/۲۵ تا ۰/۵ میلی متر در تیمارهای مختلف خاک وورزی.....۷۹
- شکل ۳-۱۱- نمودار مقایسه میانگین توزیع اندازه خاکدانه‌های کم تر از ۰/۲۵ میلی متر در تیمارهای مختلف خاک وورزی.....۸۰



توسعه پایدار در هر نظام نیازمند قوام مولفه‌های تشکیل دهنده آن است. مدیریت‌های علمی و بهینه کشاورزی و منابع طبیعی از مولفه‌های مهم توسعه پایدار به شمار می‌آید. آب، خاک، جنگل و مرتع از ارکان اصلی منابع طبیعی و کشاورزی بوده و از جمله عوامل زیربنای اقتصاد هر کشور می‌باشد [حاج عباسی و همکاران، ۱۳۸۱].

یکی از راه‌های ایجاد تعامل میان جمعیت و تولید مواد غذایی برای رفع نیازهای فزاینده جوامع بشری، اولویت دادن و گسترش فعالیت‌های کشاورزی از طریق افزایش تولیدات این بخش است. رکن اساسی کشت و کار در اراضی کشاورزی وجود آب و خاک مناسب می‌باشد [احمدی ایلخچی و همکاران، ۱۳۸۱]. حفظ منابع آب و خاک کشور و امکان دستیابی به کشاورزی پایدار با حفظ خصوصیات مفید فیزیکی و شیمیایی خاک امری بسیار مهم است. بنابراین کاربرد فناوری‌های مطلوب به منظور حفظ این خصوصیات، ضروری می‌باشد. از جمله این فناوری‌ها می‌توان به سیستم‌های خاک‌ورزی مناسب اشاره نمود که یکی از روش‌های کاربردی در کشاورزی پایدار به شمار می‌آید [محبوبی، ۱۳۷۳].

عملیات خاک‌ورزی بخش غیرقابل تفکیک در چرخه تولید محصولات زراعی می‌باشد. اثر خاک‌ورزی بر تولید محصول مربوط به اثرات آن روی رشد ریشه و استفاده کافی از آب و عناصر غذایی می‌باشد. شدت، وسعت و تاثیر این عمل از کوچک‌ترین و ساده‌ترین اثر آن بر روی خاک تا اثرات نسبی فیزیکی، کل خواص فیزیکی و بیولوژیکی داخل و حتی دانه بندی خاک را تحت الشعاع خود قرار می‌دهد [لال و همکاران، ۱۹۹۴].

جرم مخصوص ظاهری، تشکیل و پایداری خاکدانه و توزیع اندازه خلل و فرج از خصوصیات فیزیکی مهم خاک در ارتباط با تولید محصول می‌باشند که روی آب، تهویه، دما و مقاومت مکانیکی خاک مؤثرند و تحت تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی قرار می‌گیرند [فرراس و همکاران، ۱۹۹۹].

بحث در مورد کاربرد روش‌های متفاوت خاک‌ورزی در مناطق مختلف دنیا هنوز ادامه دارد، زیرا یک نتیجه مشخص و منحصر به فرد برای هر یک از سیستم‌های خاک‌ورزی در مناطق مختلف بدست نیامده است [گواریف و همکاران، ۲۰۰۱]. سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی روی پایداری ساختمان خاک مؤثر است و اثرات متفاوتی روی پایداری خاکدانه‌های خاک می‌گذارد [بیر و همکاران، ۱۹۹۴]. مطالعه‌ی تغییرات در خصوص خاکدانه‌سازی در خاک، به عنوان شاخص ساختاری خاک، تحت سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی می‌تواند اطلاعاتی را در مورد روش‌های کشت، از جمله کشت دو محصولی فراهم کند [حاج عباسی و همت، ۲۰۰۰]. کشت دو محصول مختلف در طول یک سال، یکی از سیستم‌های نوین کشاورزی برای افزایش بهره‌وری از زمین است [بانتین و همکاران، ۲۰۰۲]. به خصوص در مورد اراضی شالیزاری که نصف سال بدون استفاده رها می‌شوند. در

---

این سیستم مدیریت بقایای گیاهی اهمیت زیادی برای محصول دوم دارد. با این‌که بقایای گیاهی منشاء اصلی مواد آلی خاک بوده و تأثیر آن در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک به اثبات رسیده است [گالاتینی و همکاران، ۱۹۹۲] و حتی در بعضی آزمایشات برگرداندن این بقایا به خاک با کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیز همراه است [سیدهو و بری، ۱۹۸۹]. در کشت دوم می‌توان از گیاهان زودرس و علوفه‌ای از جمله شبدر استفاده کرد که هم مورد مصرف دام قرار می‌گیرد و هم باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و افزایش ازت و ماده آلی به خاک می‌شود.

با توجه به وسعت شالیزارهای گیلان، در صورت مساعد کردن اراضی از نظر سطح آب زیرزمینی و خارج ساختن آن‌ها از حالت غرقابی با اجرای عملیات تسطیح و یکپارچه نمودن اراضی می‌توان سطح وسیعی از شالیزارهای گیلان را به کشت شبدر برسیم اختصاص داد [خوشگفتار، ۱۳۸۱]. این تحقیق با یافتن مناسب‌ترین روش خاک‌ورزی که سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، افزایش رشد ریشه و در نهایت سبب افزایش عملکرد شبدر برسیم شود، انجام گرفت.

## فصل اول

کلیات و مروری بر منابع

## ۱-۱- کشاورزی پایدار

اکیگبو (۱۹۹۱) بعد از تجزیه و تحلیل تعاریف مختلفی که از کشاورزی پایدار توسط محققین دیگر انجام شده است، سیستم تولید کشاورزی پایدار<sup>۱</sup> را بدین صورت تعریف کرد: عملیاتی است که سطح باروری را بالا و در حد قابل قبول نگه داشته و با برآورده ساختن نیازها و احتیاجات، با نیازهای آتی بشر نیز بر اساس افزایش ظرفیت منابع پایه تطبیق داده شود. پایداری فقط در حالتی ایجاد می‌گردد که منابع، نهاده‌ها و فن‌آوری در اختیار کشاورزی بوده و با افزایش بهره‌وری از آنها، تولید به سطح مطلوبی برسد بدون اینکه اثرات زیان‌آوری روی منابع پایه، زندگی بشر و محیط زیست داشته باشد.

## ۱-۲- زمین

واژه زمین<sup>۲</sup> به تمام سیمای محیط اطلاق می‌گردد که بخشی از پوسته زمین را در وسعتی که اثر عمده‌ای روی پتانسیل آنها برای استفاده توسط بشر اعمال می‌دارد، در بر می‌گیرد. بنابراین زمین فقط در برگیرنده ژئولوژی، لندفرم‌ها و خاک‌ها نیست، بلکه در برگیرنده اقلیم، پوشش گیاهی و فون‌ها نیز می‌باشد [به نقل از علیجانپور، ۱۳۸۸].

## ۱-۳- خاک

تعریف خاک از نظر رده‌بندی عبارت از مجموعه‌ای از پیکره‌های طبیعی بر روی پوسته خارجی زمین می‌باشد. این خاک تا حدودی تحت تأثیر بشر و یا حتی ساخته دست بشر از مواد خاکی می‌باشد که دارای موجودات زنده بوده و نگهدارنده یا قادر به نگهداری گیاه در صحرا می‌باشد [به نقل از علیجانپور، ۱۳۸۸]. اجزاء تشکیل دهنده خاک عبارتند از:

۱- فاز جامد: تشکیل شده از مواد معدنی و مواد آلی. مواد معدنی به نوبه خود از ذرات شن، سیلت و رس تشکیل شده است که در اغلب خاک‌ها، بیشترین میزان وزن و حجم خاک را تشکیل می‌دهد. مواد آلی شامل مواد آلی مرده که به عنوان غذا برای ریزجانداران قابل دسترس می‌باشند و هوموس یا مواد آلی کاملاً کمپوست شده، می‌باشد. اگرچه هوموس به عنوان غذا برای ریزجانداران قابل دسترس نیست، اما در ذخیره عناصر غذایی و آب نقش بسیار مهمی ایفا می‌نماید.



۲- فاز گازی: که شامل اکسیژن، دی اکسید کربن و سایر گازهای موجود در هوا می‌باشد که در فاصله بین ذرات خاک که توسط آب پر نشده‌اند، قرار گرفته‌اند. ریشه‌های گیاه و سایر موجودات زنده موجود در خاک، برای زنده ماندن به اکسیژن نیاز دارند.

۳- فاز مایع: که شامل آب بوده و در سه مکان در خاک یافت می‌شود، روی سطح ذرات خاک، در فضای بین ذرات و در ارتباط با مواد آلی خاک. همه موجودات زنده خاک برای زنده ماندن به آب نیاز دارند.

۴- موجودات زنده خاک: که شامل کرم‌های خاکی، حشرات، نماتدها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و سایر موجودات خاکزی می‌باشند.

کیفیت خاک طبق تعریف عبارت است از توانایی دایم خاک در انجام وظایف خود به عنوان یک سیستم حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت کاربری‌های متفاوت، به طوری که علاوه بر حفظ تولید بیولوژیک، بتواند کیفیت آب و هوا را بهبود بخشد، و نیز تأمین سلامت انسان، گیاه و حیوان باشد [دران و پارکین، ۱۹۹۴]. کیفیت خاک را از دو بعد می‌توان بررسی کرد: یکی کیفیت ذاتی خاک<sup>۱</sup> که عبارت از توانایی طبیعی خاک در انجام وظایف می‌باشد و به عوامل خاکساز بستگی داشته و تحت تأثیر مدیریت قرار نمی‌گیرد، و دیگری کیفیت پویای خاک<sup>۲</sup> که بسته به نوع مدیریت قابل تغییر است [کارلن و همکاران، ۱۹۹۷].

کارتر (۲۰۰۴) تحقیقی را پیرامون ساختمان خاک‌های کشاورزی انجام داد. ساختمان خاک در مفهوم گسترده آن می‌تواند به عنوان نظم و ترتیب مخصوص اجزای خاک و فضاهای خالی بین آن‌ها توصیف شود. هر سطح ساختمان خاک بطور مستقیم یا غیرمستقیم روی رابطه خاک-آب-هوا و فرایند بین آن‌ها، به هم پیوند می‌خورد. لذا چنین فرایندهایی به وسیله مدیریت خاک و گیاه، به‌ویژه با عملیات خاک‌ورزی اصلاح می‌شوند. اصلاح و تغییر برخی خصوصیات خاک می‌تواند برای ارزیابی شرایط فیزیکی خاک استفاده شود و تعیین کند که یک مدیریت خاص برای تولید یک محصول، ممکن است خصوصیات طبیعی و قابلیت زمین را بهبود بخشد [پین‌هیرو و همکاران، ۲۰۰۴].

---

1- Inherent soil quality

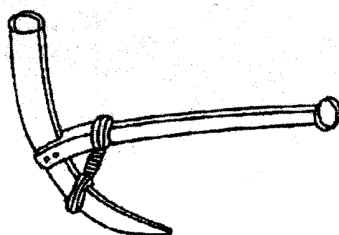
2- Dynamic soil quality

## ۱-۴- خاک‌ورزی و ابزار جابجایی خاک

### ۱-۴-۱- تاریخچه خاک‌ورزی

هزاران سال پیش، بشر به منظور افزایش تولید مواد غذایی و رفع احتیاجات غذایی اقدام به خاک‌ورزی نمود. در آغاز برای انجام عملیات خاک‌ورزی از ادوات چوبی استفاده می‌شد. گاواهن‌هایی که به طور پیوسته مورد استفاده قرار می‌گرفت فاقد چرخ یا صفحه برگردان بود و فقط یک شیار باریک در خاک ایجاد می‌کرد (شکل ۱-۱). با وجود این به منظور خرد و نرم نمودن خاک‌های سطحی، مخلوط کردن و بالاخره پوشاندن بذر با خاک از آن‌ها استفاده می‌شد [شهیدی و احمدی مقدم، ۱۳۸۴].

بیش از دوهزار سال قبل در شمال چین اولین گاواهن فلزی اختراع شد. در ابتدا این ابزارها ادوات دستی کوچکی مشتمل بر یک قطعه فلزی ۷ شکل بوده‌اند که به آن دسته‌های چوبی اتصال داشت. کمی بعد از آن، گاواهن‌های فلزی به تیغه‌های برشی مجهز شدند، ولی هنوز فاقد صفحه برگردان بودند. چرخ‌ها، قسمت‌های برشی و صفحه برگردان همگی در حدود سال ۱۵۰۰ بعد از میلاد به گاواهن اضافه شد. این ادوات به خوبی خاک را مخلوط کرده و یک شیار و بستر مناسب برای بذر آماده می‌کردند. ادواتی که امروزه ساخته می‌شوند بسیار شبیه به ادواتی هستند که در حدود سال ۱۷۰۰ میلادی در انگلیس و هلند ساخته می‌شد. اصولاً طراحی این ابزار بدون تغییر باقی ماند [شهیدی و احمدی مقدم، ۱۳۸۴].



شکل ۱-۱ گاواهن چوبی اولیه

### ۱-۴-۲- سیستم‌های خاک‌ورزی

سیستم‌های خاک‌ورزی به دو نوع کلی تقسیم می‌شوند:

- **خاک‌ورزی مرسوم:** خاک‌ورزی مرسوم عبارت است توالی عملیات خاک‌ورزی که برای تهیه بستر رویشی بذر

برای یک محصول مشخص و در یک منطقه جغرافیایی معین استفاده می‌شود. در این سیستم، به علت شدت عملیات خاک‌ورزی و تعداد زیاد آن، بعضی مواقع به نام خاک‌ورزی تمیز<sup>۱</sup> نام گذاری شده است. اساس این سیستم استفاده از گاو آهن برگردان‌دار<sup>۲</sup> و مدفون کردن کامل بقایای گیاهی است، ولی بسته به نوع منطقه ممکن است از دیسک بشقابی و سایر وسایل شخم نیز تحت عنوان خاک‌ورزی مرسوم استفاده گردد [همت و اسدی خشوئی، ۱۳۷۶].

- **خاک‌ورزی حفاظتی:** هر گونه تلاش در کم کردن عملیات خاک‌ورزی نسبت به سیستم خاک‌ورزی مرسوم، به

عنوان خاک‌ورزی حفاظتی محسوب می‌شود که می‌تواند شامل سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی باشد. در این سیستم‌ها تمامی یا بخشی از بقایای گیاهی کشت قبلی (حداقل ۳۰ درصد) بر سطح خاک باقی می‌ماند [همت و اسدی خشوئی، ۱۳۷۶].

سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی ممکن است باعث بهبود خصوصیات فیزیکی خاک شوند که تحت تأثیرفاکتورهایی مثل تاریخ کشت، نوع خاک، شرایط آب و هوایی و سیستم شخم قبلی است [محبوبی و همکاران، ۱۹۹۳]. خاک‌ورزی در اراضی کشاورزی شرایط فیزیکی مناسبی برای رشد محصول از طریق تعدیل و اصلاح کردن ساختمان خاک در لایه شخم به وجود می‌آورد. به‌طور کلی عملیات خاک‌ورزی با کنترل علف‌های هرز و به هم زدن خاک باعث بهبود شرایط رشد و افزایش محصول می‌گردد [اونگر، ۱۹۸۴].

### ۱-۴-۳- انواع اصلی روش‌ها و ابزارهای خاک‌ورزی

#### • خاک‌ورزی اولیه

اولین عملیات خاک‌ورزی هر فصل زراعی، خاک‌ورزی اولیه نام دارد. در مناطق مرطوب و خیس خاک شخم زده می‌شود ولی در مناطق خشک بهتر است بقایا را روی سطح خاک باقی بگذاریم [طباطبائی فر و همکاران، ۱۳۸۷]. خاک‌ورزی اولیه به منظور برش و نرم کردن خاک در عمق بین ۱۵ تا ۹۰ سانتی‌متر انجام می‌گیرد.

#### • خاک‌ورزی ثانویه

خاک‌ورزی ثانویه معمولاً پس از خاک‌ورزی اولیه در مزرعه به چند منظور صورت می‌گیرد. این عمل باعث آماده شدن بیشتر بستر بذر، نگه داشتن رطوبت، افزایش نرمی خاک و از بین بردن علف‌های هرز می‌شود [شهیدی و احمدی مقدم، ۱۳۸۴]. خاک‌ورزی ثانویه در عمق کمتری انجام می‌گیرد [طباطبائی فر و همکاران، ۱۳۸۷].

#### • گاواهن برگردان‌دار

شخم زدن زمین، مهم‌ترین عملیات در خاک‌ورزی اولیه محسوب می‌شود. هدف از شخم زدن، به وجود آوردن تغییرات فیزیکی مطلوب در خاک زراعی به منظور مطلوب شدن شرایط رشد برای محصولات زراعی است [طباطبائی فر و همکاران، ۱۳۸۷]. گاواهن برگردان‌دار مهم‌ترین وسیله خاک‌ورزی اولیه در سرتاسر جهان می‌باشد. به منظور استفاده‌های ویژه از گاواهن‌ها انواع مخصوصی از آن‌ها ساخته شده است که شامل گاواهن خاک‌های با بقایای گیاهی، خاک‌های رسی، خاک‌های چمنی، گاواهن مخصوص خاک‌های سنگین و گاواهن‌های همه منظوره است [شهیدی و احمدی مقدم، ۱۳۸۴]. مهم‌ترین حسن این وسیله، قابلیت آن در زیر و رو کردن خاک است، طوری که بقایای گیاهی و علف‌های هرز را به زیر خاک می‌برد و خاک‌های عمیق را به سطح می‌آورد و در معرض هوا قرار می‌دهد. مزایای دیگر این وسیله آن است که، تمامی سطح مزرعه شخم می‌خورد. در صورتی که در سایر ادوات دندان‌های ممکن است بخشی از سطح مزرعه دست‌نخورده باقی بماند [دیویس و همکاران، ۱۹۹۸]. نوع عملیاتی که با گاواهن برگردان‌دار انجام می‌شود، شخم پاییزه یا بهاره است [طباطبائی فر و همکاران، ۱۳۸۷]. که دارای مزایا و معایبی به شرح زیر است.