

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری  
دانشکده علوم زراعی  
گروه مهندسی علوم خاک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی علوم خاک

**عنوان:**

تاثیر روش‌های مختلف خاکورزی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک  
(مطالعه موردی: دشت ناز ساری)

**استاد راهنما:**

جناب آقای دکتر مهدی قاجار سپانلو

**استاد مشاور:**

جناب آقای دکتر محمد علی بهمنیار

**نگارش:**

یداله قاسمی عبدالملکی

پاییز ۱۳۹۱

## سپاسگزاری

سپاس خدایی را که سخنوران در ستودن او بمانند؛ شمارندگان در شمردن نعمت‌های او ندانند و کوشندگان، حق او را گذاردن، نتوانند.

خدایی که پای اندیشه تیز گام در راه شناسایی او سنگ است و شیر فکرت ژرف رو به دریای معرفتش بر سنگ، صفت های او تعریف نشدنی و به وصف در نیامدنی و در وقت ناگنجیدنی و به زمانی مخصوص، نابودنی.

هر چند واژه‌ها را یارای آن نیست که لطف، محبت و بزرگواری کسانی را که در تمام دوران زندگیم جرعه نوش دریای بیکران مهر و محبتشان بوده ام به تصویر بکشند، به رسم ادب و احترام، بوسه بر دستانشان زده و بر خود واجب می دانم زحمات و ارشادات کلیه اساتید بزرگوام را ارج نهاده و مراتب تشکر قلبی و باطنی خویش را از الطاف و مهربانی های آنها ابراز نمایم.

از پدر و مادر عزیز و فداکارم به پاس تعبیر عظیم و انسانیشان از کلمه ایثار و از خود گذشتی و به پاس محبت‌های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند بی نهایت سپاسگزارم. از برادران عزیزم به پاس یاری و محبت‌های بی دریغشان سپاسگزارم.

از زحمات، راهنمایی‌ها و مشاورت‌های ارزشمند اساتید همت و زندگی جناب آقای دکتر مهدی قاجار سپانلو و جناب آقای دکتر محمد علی بهمنیار که با راهنمایی‌ها و نظرات گهربار خود راه‌گشای اینجانب بوده اند کمال تشکر را دارم. انجام این پژوهش بدون کمک فکری، همکاری و همدلی این اساتید متواضع و اندیشمند غیر ممکن می نمود و همنشینی و شاگردی این عزیزان، از بزرگترین افتخارات و شیرین ترین لحظات زندگی بنده می باشد، منت‌دار محبت‌های کارساز این مهربانان هستم.

از پرسنل محترم آزمایشگاه خانم مهندس قاسمپور، آقایان مهندس بحرالعلومی، مهندس مؤمنی و نیز آقای مهندس فیروزی به پاس صبر و بردباری و همکاری صمیمانه‌شان بسیار سپاسگزارم.

از همکلاسی‌های خوبم خانم‌ها مهندس آتنا کفاش محمدی، فائزه باقری، فاطمه موسوی، منیرالسادات هاشمی، فرشته اعلا، مهری برومند، سمانه یوسفی، آیدا نجبایی و آقایان مهندس وحید فکوری و محسن صیادمنش نهایت سپاس را داشته و از خداوند متعال برایشان توفیق روزافزون را آرزومندم.

و در پایان از تمامی دوستان عزیزم به پاس خلوص لحظات با هم بودن، کمال سپاس و قدردانی را دارم.

چکیده.....	۱
مقدمه.....	۳
فصل اول (کلیات).....	۵
۱-۱ تعریف خاکورزی.....	۶
۲-۱ تاریخچه خاکورزی.....	۷
۳-۱ اهمیت، اصول و مبانی خاکورزی.....	۸
۴-۱ انواع روش‌های خاکورزی.....	۱۰
۱-۴-۱ خاکورزی مرسوم.....	۱۱
۲-۴-۱ خاکورزی حفاظتی.....	۱۲
۱-۲-۴-۱ اصول کلی خاکورزی حفاظتی.....	۱۳
۲-۲-۴-۱ انواع خاکورزی حفاظتی.....	۱۳
۳-۲-۴-۱ مزایای خاکورزی حفاظتی.....	۱۶
۴-۲-۴-۱ معایب خاکورزی حفاظتی.....	۱۷
۳-۴-۱ خاکورزی کم.....	۱۸
۴-۴-۱ کشت بدون خاکورزی.....	۱۸
۵-۱ طبقه بندی خاکورزی.....	۱۹
۶-۱ خاکورزی و کیفیت خاک.....	۲۰
۷-۱ خاکورزی و فشردگی خاک.....	۲۱

۸-۱ اهمیت و تاثیر خاکورزی بر برخی از خصوصیات خاک و گیاه.....	۲۱
۹-۱ خصوصیات فیزیکی خاک.....	۲۴
۱-۹-۱ جرم مخصوص ظاهری.....	۲۴
۲-۹-۱ جرم مخصوص حقیقی.....	۲۴
۳-۹-۱ تخلخل کل.....	۲۴
۴-۹-۱ ظرفیت نگهداشت آب خاک.....	۲۴
۵-۹-۱ نفوذپذیری خاک.....	۲۵
۶-۹-۱ نقطه ظرفیت زراعی.....	۲۵
۷-۹-۱ نقطه پژمردگی.....	۲۶
۸-۹-۱ آب قابل دسترس گیاه.....	۲۶
۹-۹-۱ پایداری خاکدانه.....	۲۶
۱۰-۹-۱ شاخص مخروط.....	۲۷
۱۱-۱۰-۱ رطوبت وزنی خاک.....	۲۷
فصل دوم (بررسی منابع).....	۲۸
اثر خاکورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک.....	۲۹
۱-۲ جرم مخصوص ظاهری.....	۲۹
۲-۲ تخلخل.....	۳۴
۳-۲ ظرفیت نگهداشت آب خاک.....	۳۵

۴-۲ نفوذپذیری خاک.....	۳۶
۵-۲ رطوبت ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی، آب قابل دسترس گیاه.....	۳۸
۶-۲ پایداری خاکدانه.....	۳۸
۷-۲ شاخص مخروط.....	۳۹
۸-۲ رطوبت وزنی خاک.....	۴۲
فصل سوم (مواد و روش ها) .....	۴۴
۱-۳ محل اجرای آزمایش.....	۴۵
۲-۳ طرح آماری.....	۴۵
۱-۲-۳ تیمار مورد استفاده.....	۴۵
۱-۱-۲-۳ فاکتور اول.....	۴۵
۲-۱-۲-۳ فاکتور دوم.....	۴۶
۳-۳ آماده سازی زمین و کاشت.....	۴۶
۴-۳ عملیات داشت.....	۴۶
۱-۴-۳ آبیاری.....	۴۶
۲-۴-۳ مبارزه با علف هرز.....	۴۶
۵-۳ نمونه برداری از خاک.....	۴۶
۶-۳ روش های اندازه گیری خواص خاک.....	۴۷
۱-۶-۳ جرم مخصوص ظاهری.....	۴۷

۴۸	جرم مخصوص حقیقی.....	۲-۶-۳
۴۹	تخلخل کل.....	۳-۶-۳
۴۹	ظرفیت نگهداشت آب خاک.....	۴-۶-۳
۵۰	نفوذپذیری خاک.....	۵-۶-۳
۵۱	رطوبت ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی، آب قابل دسترس گیاه.....	۶-۶-۳
۵۲	پایداری خاکدانه.....	۷-۶-۳
۵۲	شاخص مخروط.....	۸-۶-۳
۵۲	رطوبت وزنی خاک.....	۹-۶-۳
۵۲	تجزیه و تحلیل داده ها.....	۷-۳
۵۳	فصل چهارم (نتایج و بحث).....	
۵۴	خواص فیزیکی خاک.....	۱-۴
۵۵	جرم مخصوص ظاهری.....	۱-۱-۴
۵۷	جرم مخصوص حقیقی.....	۲-۱-۴
۵۸	تخلخل کل.....	۳-۱-۴
۶۰	ظرفیت نگهداشت آب خاک.....	۴-۱-۴
۶۱	نفوذپذیری خاک.....	۵-۱-۴
۶۶	رطوبت ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی، آب قابل دسترس گیاه.....	۶-۱-۴
۶۸	پایداری خاکدانه.....	۷-۱-۴

---

۷۰	.....	۸-۱-۴ شاخص مخروط
۷۲	.....	۹-۱-۴ رطوبت وزنی خاک
۷۴	.....	۲-۴ نتیجه گیری
۷۴	.....	۳-۴ پیشنهادات
۷۵	.....	منابع



- جدول ۱-۳ مشخصات ماشین آلات مورد استفاده ..... ۴۵
- جدول ۱-۴ تجزیه واریانس میانگین مربعات جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، تخلخل و ظرفیت نگهداشت آب خاک..... ۵۴
- جدول ۲-۴ مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری و جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی متر مکعب) تحت تاثیر تیمار خاکورزی..... ۵۶
- جدول ۳-۴ مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب) تحت تاثیر تیمار خاکورزی و عمق..... ۵۶
- جدول ۴-۴ مقایسه میانگین جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی متر مکعب) تحت تاثیر تیمار خاکورزی و عمق..... ۵۷
- جدول ۵-۴ مقایسه میانگین تخلخل کل تخلخل و ظرفیت نگهداشت آب (درصد) تحت تاثیر تیمار خاکورزی و عمق..... ۶۰
- جدول ۶-۴ نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ لحظه ای..... ۶۲
- جدول ۷-۴ تجزیه واریانس میانگین مربعات حد ظرفیت مزرعه، نقطه پژمردگی دائم و آب قابل دسترس گیاه..... ۶۶
- جدول ۸-۴ مقایسه میانگین برخی خواص فیزیکی خاک تحت تاثیر تیمار خاکورزی (درصد)..... ۶۷
- جدول ۹-۴ مقایسه میانگین برخی خواص فیزیکی خاک تحت تاثیر تیمار خاکورزی و عمق (درصد)..... ۶۷
- جدول ۱۰-۴ تجزیه واریانس میانگین مربعات پایداری خاکدانه ها، شاخص مخروط و رطوبت خاک..... ۶۸
- جدول ۱۱-۴ مقایسه میانگین پایداری خاکدانه (درصد) تحت تاثیر تیمار خاکورزی و عمق..... ۶۹
- جدول ۱۲-۴ مقایسه میانگین شاخص مخروط (مگاپاسکال) تحت تاثیر تیمار خاکورزی..... ۷۱
- جدول ۱۳-۴ مقایسه میانگین شاخص مخروط (مگاپاسکال) تحت تاثیر تیمار خاکورزی و عمق..... ۷۱

جدول ۴-۱۴ مقایسه میانگین رطوبت وزنی خاک (درصد) تحت تاثیر تیمار خاکورزی ..... ۷۳

جدول ۴-۱۵ مقایسه میانگین رطوبت وزنی خاک تحت تاثیر تیمار خاکورزی و عمق ..... ۷۳

- شکل ۱-۱ مثلث فرضی خاکورزی نشان دهنده روش های مختلف تهیه بستر کاشت در نظام های مختلف زراعی  
 ۹ .....
- شکل ۲-۱ سیستم خاکورزی.....  
 ۱۰ .....
- شکل ۱-۴ مقایسه میانگین تخلخل کل و ظرفیت نگهداشت آب (درصد) تحت تاثیر تیمار خاکورزی.....  
 ۵۹ .....
- شکل ۲-۴ نمودار زمان و نفوذ تجمعی مربوط به تیمار گاواهن برگردان دار.....  
 ۶۲ .....
- شکل ۳-۴ نمودار زمان و نفوذ تجمعی مربوط به تیمار زیرشکن.....  
 ۶۳ .....
- شکل ۴-۴ نمودار زمان و نفوذ تجمعی مربوط به تیمار زیرشکن به همراه دکمپکتور.....  
 ۶۳ .....
- شکل ۵-۴ نمودار سرعت نفوذ لحظه - زمان مربوط به تیمار گاواهن برگردان دار.....  
 ۶۴ .....
- شکل ۶-۴ نمودار سرعت نفوذ لحظه - زمان مربوط به تیمار زیرشکن.....  
 ۶۴ .....
- شکل ۷-۴ نمودار سرعت نفوذ لحظه - زمان مربوط به تیمار زیرشکن به همراه دکمپکتور.....  
 ۶۵ .....
- شکل ۸-۴ مقایسه میانگین پایداری خاکدانه تحت تاثیر تیمار خاکورزی (درصد) .....  
 ۶۹.....

## چکیده:

به منظور بررسی اثر روش های مختلف خاکورزی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک، طرحی از نوع فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی در مزرعه زراعی دشت ناز ساری در سال ۹۰-۸۹ اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل T<sub>1</sub>: گاواهن برگردان دار T<sub>2</sub>: زیرشکن T<sub>3</sub>: زیرشکن به همراه دکمپکتور بوده که در دو عمق ۰ تا ۴۰ سانتیمتری و ۴۰ تا ۸۰ سانتیمتری مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای فیزیکی مورد آزمایش شامل: جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، تخلخل کل، ظرفیت نگهداشت آب خاک، سرعت نفوذ آب در خاک (نفوذپذیری)، ظرفیت زراعی (FC)، نقطه پژمردگی دائم (PWP)، آب قابل دسترس گیاه (AWC)، پایداری خاکدانه ها، مقاومت خاک (شاخص مخروط) و رطوبت وزنی خاک بود. نتایج آزمایشات نشان داد تیمارهای خاکورزی تاثیر معنی داری بر جرم مخصوص ظاهری خاک داشت به طوری که کمترین میزان جرم مخصوص ظاهری در زمان استفاده از زیرشکن اتفاق افتاد و بیشترین مقدار آن مربوط به زمان استفاده از گاواهن برگردان دار می باشد. در رابطه با جرم مخصوص حقیقی تفاوت معنی داری بین تیمارهای مورد بررسی و نیز عمق نمونه برداری وجود نداشت. تیمار و عمق هرکدام به تنهایی تاثیری بر روی تخلخل نداشته اما اثر متقابل عمق و تیمار بر روی تخلخل تاثیر بسیار معنی داری داشت. ظرفیت نگهداشت آب خاک در بین تیمارهای آزمایش تفاوت های بسیار معنی داری نشان داد به طوری که استفاده از زیرشکن و دکمپکتور بیشترین میزان ظرفیت نگهداشت آب خاک را به خود اختصاص داده است. تجزیه و تحلیل داده ها نشان داده که تفاوت های بسیار معنی داری در بین تیمارها از نظر تاثیر بر روی رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم وجود دارد که بیشترین اثر مربوط به زیرشکن و دکمپکتور بوده که تقریباً برابر با اثر شخم با گاواهن برگردان دار می باشد. قطعه ای که در آن از زیرشکن و دکمپکتور استفاده شده است دارای بیشترین مقدار آب قابل دسترس گیاه می باشد. همچنین استفاده از زیرشکنی موجب افزایش سرعت نفوذ آب به درون خاک گردید. بین تیمارهای مورد آزمایش تفاوت های بسیار معنی داری بر روی پایداری خاکدانه ها وجود داشته به طوری که در زمان استفاده از گاواهن برگردان دار بیشترین مقدار خاکدانه های پایدار وجود داشت و کمترین آن مربوط به کرت زیرشکن به همراه دکمپکتور بود. تیمارهای زیرشکن (۱/۶۳۲ مگاپاسکال) و زیرشکن به همراه دکمپکتور (۱/۸۷۰ مگاپاسکال) در مقایسه با هنگام استفاده از گاواهن برگردان دار (۲/۴۲۳ مگاپاسکال) موجب کاهش شاخص مخروط گشته اند. ضمناً خاکورزی موجب افزایش رطوبت وزنی در خاک گردید و بیشترین اثر در استفاده از زیرشکن به

همراه دکمپکتور بود و پس از آن به ترتیب زیرشکن و سپس گاواهن برگردان دار قرار دارند. همچنین زیرشکن به همراه دکمپکتور در عمق دوم نمونه برداری بیشترین درصد رطوبت وزنی (۵۷/۳۵ درصد) را نشان داده است.

**واژه کلیدی: خاکورزی، زیرشکن، خصوصیات فیزیکی خاک، دکمپکتور**

## مقدمه:

خاک از جمله منابع طبیعی دیر تجدید شونده است که حفاظت از خاک بستگی به نحوه‌ی استفاده از آن دارد. تخریب و فرسایش خاک سطحی، باعث کاهش توانایی آن برای ذخیره آب و مواد غذایی و رشد ریشه‌ی گیاهان می‌شود (حاج عباسی و همکاران، ۱۳۷۸).

ذرات مختلف خاک با اشکال و ابعاد متفاوت خود هنگامی که کنار همدیگر قرار می‌گیرند بسته به نوع استقرار آنها منافذ ریز و درشتی بین آنها به وجود می‌آید. منافذ درشت خاک که آب را در مکش‌های کم هدایت میکنند، در مقایسه با منافذ ریز خاک به راحتی توسط فشردگی خاک در اثر عملیات مختلف زراعی منهدم میشوند و در نتیجه جریان آب و حرکت عناصر غذایی در خاک و جذب عناصر غذایی توسط گیاه تغییر میکند (بالا و همکاران، ۱۳۸۱). نیاز سیستم‌های زراعی به خاکورزی در هر ناحیه به اثرات متقابل خاک، اقلیم و عوامل مدیریتی وابسته است. در انتخاب سیستم خاکورزی باید اندازه مزرعه، منبع انرژی، در دسترس بودن کارگر و مهارت‌های کشاورزان منطقه لحاظ گردد (پری‌هار و همکاران، ۲۰۰۰).

امروزه دستیابی به کشاورزی پایدار، امنیت غذایی و تولید اقتصادی بیشتر با بهره‌گیری از دانش کشاورزی امکان‌پذیر می‌باشد و لزوم انجام تحقیقات کاربردی برای استفاده از نهاده‌ها و نیل به اهداف خود اتکایی در تولید محصولات اساسی در بخش کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد. در میان عوامل موثر در افزایش تولید، مساله خاکورزی و روش‌های مختلف آن نقش مهمی ایفا میکند. هر گونه وسیله‌ی خاکورزی که در عملیات تهیه‌ی زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد شرایط فیزیکی خاصی را در خاک ایجاد خواهد کرد که این شرایط بر رشد و نمو گیاه و عملکرد محصول اثر گذار است. یکی از بهترین عملیات ماشینی در تولید محصولات زراعی خاکورزی می‌باشد. هدف از این گونه عملیات زراعی تاثیرگذاری بر روی خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک است. به گونه‌ای که شرایط بهینه برای رشد و جوانه زنی گیاه فراهم شود. این عملیات با هدف حفاظت خاک و توسعه‌ی آن به عنوان محیطی برای رشد گیاه و عملکرد بیشتر در دراز مدت صورت می‌گیرد. عملیات خاکورزی مناسب موجب بهبود ساختمان خاک و توزیع بهتر خاکدانه‌ها می‌شود (عاکف و باقری، ۱۳۷۸).

سیستم خاکورزی به طور مستقیم بر ذخیره‌ی رطوبتی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تاثیر می‌گذارد (دی ویتا و همکاران، ۲۰۰۷). نوع خاکورزی مورد استفاده از جمله عوامل مهمی است که میتواند باعث تخریب و یا بهبود ساختمان خاک شود. روش معمول خاکورزی با حداکثر استفاده از ادوات خاکورزی مانند گلاوآهن برگردان‌دار و دیسک، طی چند مرحله باعث به هم خوردن ساختمان سطحی خاک می‌گردد (بیات و همکاران، ۱۳۸۶).

فشرده‌گی خاک یکی از مسایل و مشکلات جدی بسیاری از خاک‌ها در مناطق مختلف دنیا می‌باشد. تغییرات عمق و ضخامت لایه فشرده شده در برخی از این مناطق به گونه‌ای می‌باشد که این پراکندگی حتی در داخل یک مزرعه هم به میزان بسیار زیادی مشاهده می‌شود (رپیرو و همکاران، ۲۰۰۰).

برای از بین بردن فشرده‌گی خاک در عمق بیش از ۳۰ سانتی‌متر و یا لایه شخم (که به واسطه شخم مداوم طی سالیان در یک عمق ثابت انجام شده) از گاواهن‌های زیرشکن استفاده می‌شود. شاید این سوال مطرح شود: از خیش‌های تا عمق ۵۰ سانتی‌متری که توسط تراکتورهای سنگین کشیده می‌شود می‌توان استفاده نمود؟ هر چند ممکن است فشرده‌گی از بین برود. ولی با این کار خاک غیرحاصلخیز عمقی به سطح آورده می‌شود (عاکف و باقری، ۱۳۷۸).

هدف متخصصان و کشاورزان از انجام خاکورزی ایجاد محیطی مناسب برای جوانه‌زنی بذر، رشد ریشه، کنترل علف‌های هرز، افزایش نفوذپذیری خاک، بهبود ساختمان خاک، نرم کردن و تثبیت خاک به منظور تماس کامل بذر با خاک و کم کردن مقاومت خاک، دفن بقایای گیاهی، اختلاط کود، سموم و برهم زدن لوله موئین خاک برای کاهش تبخیر می‌باشد (شفیعی، ۱۳۷۱).

ما نیز در این تحقیق سعی بر آن داریم که تاثیر خاکورزی‌های مختلف اعم از خاکورزی مرسوم منطقه ( گاواهن برگردان‌دار)، استفاده از زیرشکن و استفاده‌ی همزمان زیرشکن و دکمپکتور را بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک مورد مطالعه و ارزیابی قرار داده و به این سوال پاسخ دهیم که:

روشهای مختلف خاکورزی (گاواهن برگردان‌دار، زیرشکن، زیرشکن همراه دکمپکتور) چه تاثیراتی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک می‌گذارند؟

# فصل اول

## (کلیات)



## ۱-۱ تعریف خاکورزی<sup>۱</sup>:

در کل خاکورزی عبارت است از بهم خوردگی فیزیکی خاک که به منظور تهیه بستر کشت، حفاظت آب و خاک، از بین بردن فشردگی خاک و کنترل علف هرز صورت می‌گیرد (افیونی و همکاران، ۱۳۸۰). همچنین عملیات خاکورزی برای دفن بقایای گیاهی، اختلاط کود و اصلاح کننده‌ها با خاک و تسهیل نفوذ ریشه در خاک انجام می‌گیرد (گاجری و همکاران، ۲۰۰۲). خاکورزی در مفهوم وسیع به معنای بهم زدن و تغییر ویژگی‌های فیزیکی خاک با اهداف گوناگون است. اما در کشاورزی، تغییر شرایط خاک در بستر بذر و یا ریشه گیاه به منظور کشت و کار گیاهان را خاکورزی می‌گویند (ذاکری و همکاران، ۱۳۸۴).

انجمن علوم خاک آمریکا<sup>۲</sup> خاکورزی را دستکاری خصوصیات فیزیکی خاک تعریف کرده است (مدیسون، ۱۹۸۷). بون (۱۹۸۸) عملیات ضروری که جهت کشت و کار گیاهان زراعی در خاک انجام می‌شود را خاکورزی دانسته است.

تغییر شکل خاک طی عملیات خاکورزی متفاوت بوده و این کار با ابزارهای متفاوت و به روش‌هایی چون بریدن<sup>۳</sup>، پخش کردن<sup>۴</sup>، برگرداندن<sup>۵</sup> و یا مخلوط کردن<sup>۶</sup> تمام یا بخشی از خاک طی یک یا چند مرحله انجام می‌گیرد. با توجه به تعاریف فوق می‌توان سیستم خاکورزی را اجرای شکلی خاص و یا ترکیبی از اشکال خاکورزی برای کشت و کار در زمین تعریف نمود (ذاکری و همکاران، ۱۳۸۴).

---

۱-Tillage

۲- Soil Science Society Of America : SSAA

۳- Cutting

۴- Shattering

۵- Inversion

۶- Mixing

## ۱-۲ تاریخچه خاکورزی :

بشر طی هزاران سال برای افزایش میزان تولید مبادرت به خاکورزی کرده است. خاکورزی قبل از نگارش تاریخچه اولیه زندگی انسان و در دوره پایانی عصر حجر شروع گردید. اولین وسایل مورد استفاده عبارتند از، ابزارهای دستی برای خرد کردن یا کندن خاک که معمولاً از چوب، استخوان و یا سنگ ساخته می‌شدند. این وسایل برای به کنترل در آوردن و یا از بین بردن گیاهان بومی، ایجاد سوراخ‌هایی در خاک برای کاشت بذر و غیره استفاده می‌شدند. از ابزارهای ابتدایی خاکورزی می‌توان گاوآهنی سبک و چوبی را نام برد که ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در زمین های ساحل رودخانه‌های فرات و نیل مورد استفاده قرار می گرفت. مرحله بعدی خاکورزی، یعنی استفاده از توان حیوانات اهلی، در بعضی از نقاط جهان، قبل از آغاز تاریخ به وقوع پیوست، و بدین ترتیب حرکتی یکنواخت در توسعه ادوات کشاورزی به وجود آمد. نخستین گاوآهن مجهز به نوک آهنی بود که ابتدا با دست کشیده می‌شد، بیش از ۲۰۰۰ سال قبل در چین ساخته شد. در طول اولین قرن میلادی از گاو میش برای کشیدن ابزارهای خاکورز استفاده می‌شد و پس از آن گاوآهن‌های سه تیغه، ابزارهای شخم کاشت و چنگه ها تکامل یافتند. تیغه‌های آهنی حدود ۲۰۰۰ سال قبل در رم ساخته شد و گاوآهن مجهز به این نوع تیغه با هشت گاو نر روی خاک‌های سخت و سنگین کشیده می‌شد. طولی نکشید که گاوآهن کششی به وجود آمد. تکامل چرخ، پیش بر و صفحه برگردان در ساختار گاوآهن در اوایل قرن چهاردهم در اروپا صورت گرفت. ظهور ابزارهای خاکورزی شبیه انواع امروزی از اوایل قرن شانزدهم با عرضه گاوآهنی به نام « روترهام » در انگلستان و اسکاتلند آغاز شد. اصول طراحی این گاوآهن هنوز معتبر است. اصولاً شناخت در مورد تأثیرات عملیات زراعی در قرون وسطی بسیار کم بوده است. در سال ۱۷۳۱ جثروتول در انگلستان بر این عقیده بود که گیاهان از ذرات بسیار ریز خاک استفاده می‌کنند. بدین ترتیب که، هر چه به ذرات نرم تر و ریزتر تقسیم شوند، ذرات بیشتری توسط ریشه هاجذب می‌گردد (یوسفی، ۱۳۸۶).

در قرن نوزدهم این موضوع به اثبات رسید که تغذیه و تقویت گیاهان بستگی به برخی از مواد شیمیایی ناشی از مواد معدنی، مواد آلی و آب و هوای خاک دارد. این نظر توسط جوستون وان لیبیگ و سایرین پایه گذاری شد. همچنین این عقیده به همه جا گسترش یافت که خاکورزی با افزایش جریان هوا در خاک، موجب ازدیاد اکسیداسیون ترکیبات شیمیایی در خاک شده و قابلیت حل شدن آن ها را افزایش می‌دهد. تنها بعد از جایگزینی تدریجی تراکتور به جای حیوانات کشنده بود که مفهوم سنتی خاکورزی مورد موشکافی دقیق قرار گرفت. از آغاز قرن بیستم آزمایشات بی‌شماری به منظور تعیین تأثیر خاکورزی بر روی تولید گیاهان زراعی انجام گرفته که، نتیجه بدست آمده برای پژوهشگران اولیه بسیار تعجب‌آور بوده است. پژوهش‌های مستمر بر

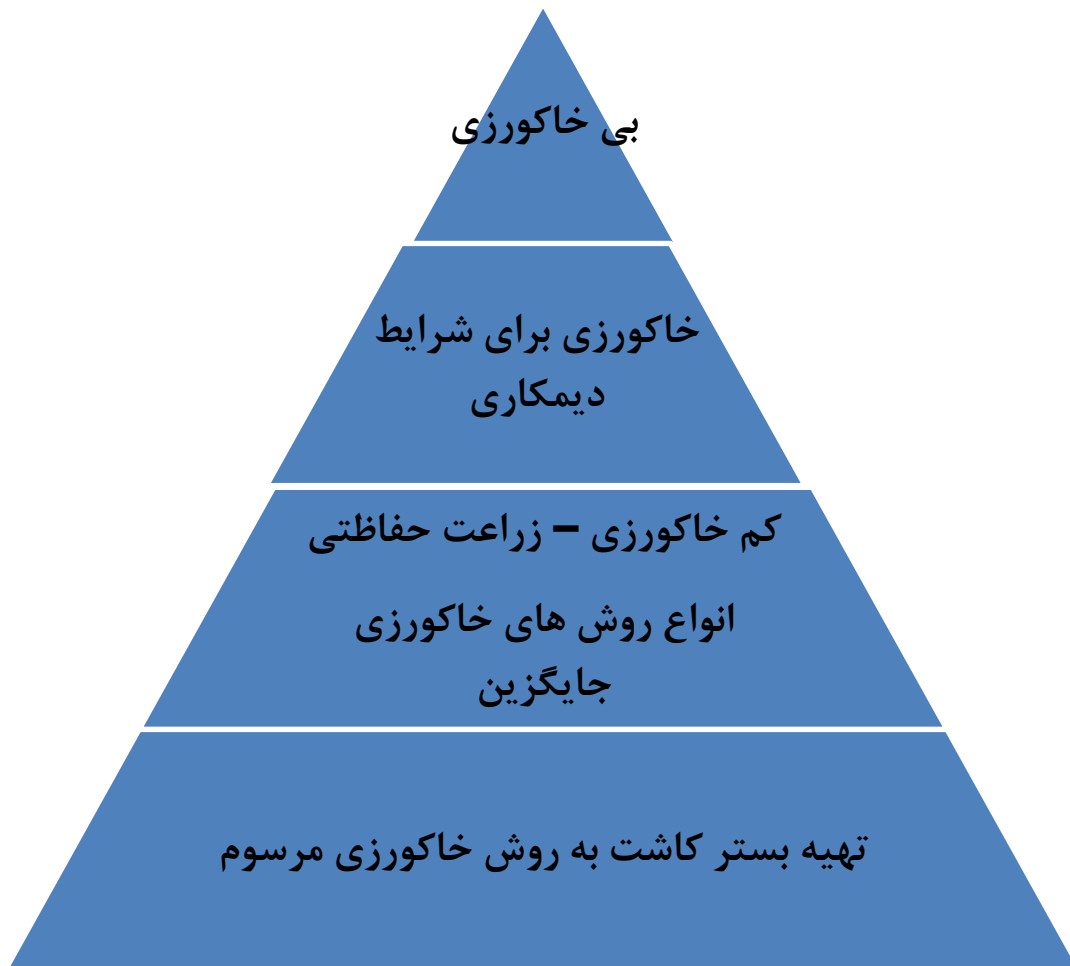
روی تأثیر خاکورزی، موجب شناخت دقیق تر و نتیجتاً ابداع روش های جدیدتر در این زمینه شده است (یوسفی، ۱۳۸۶).

### ۱-۳ اهمیت، اصول و مبانی خاکورزی :

خاکورزی از جمله عوامل مدیریتی مهمی است که می تواند موجب تخریب یا بهبود ساختمان خاک شود. سیستم های مختلف خاکورزی از راه های مختلف بر کمیت و کیفیت محصول تأثیر گذار است. روش معمول خاکورزی با حداکثر استفاده از ادوات خاکورزی مانند گاوآهن برگردان دار و دیسک طی چند مرحله باعث به هم خوردن ساختمان طبیعی خاک سطحی می گردد. اثرات خاکورزی بر گیاهان در نواحی مختلف نیز متفاوت است بنابراین، انتخاب یک سیستم خاکورزی بستگی به عوامل متعددی همچون خاک، اقلیم، گیاه و شرایط اقتصادی و اجتماعی دارد (افیونی و همکاران، ۱۳۸۰).

خاکورزی شامل عملیات مکانیکی است که طی آن با به هم زدن، برگرداندن و مخلوط کردن خاک شرایط تغذیه و رشد بهتر گیاه فراهم می گردد. بنابراین بر اثر عملیات فوق می بایست شرایط محیطی مناسبی برای رشد بذر و نهایتاً استفاده بهتر آن از نهاده های تولید حاصل گردد. این مطلب مستلزم شناخت نیازهای بذر از یک طرف و خواص خاک و محیط کشت از طرف دیگر و در مجموع آگاهی و شناخت از اثرات و تغییراتی است که ابزار و ماشین های مکانیکی بر این گونه نیازها و شرایط وارد می آورند. با آگاهی از این مجموعه عوامل، می توانیم یک روش مناسب تهیه بستر را با استفاده از تجهیزات و ماشین های مطلوب فراهم آوریم. از آنجایی که با عملیات متداول تهیه خاک و خاکورزی مقدار زیادی از نیرو و وقت و در نتیجه درآمد زارع صرف این کار می گردد و از طرفی طی دورانی بسیار طولانی تهیه زمین به صورت سنتی و بدون کاربرد انواع مختلف ماشین انجام می گرفته و می گیرد. هر گونه تغییر در این روش ممکن است عوارض و پیامدهای نامطلوبی را برای زارع متحمل نماید. بنابراین انتخاب هرگونه روش و تجهیزات خاکورزی می بایست مبتنی بر شرایط و نیازها و اهداف منطبق بر واقعیت های زراعی و طبیعی منطقه باشد. نتیجه اینکه تعدد عملیات خاکورزی و به کارگیری انواع مختلف ماشین نهایتاً سودی را عاید نگرداند و یا اثر مفیدی بر خاک نگذارد و انجام آن به علت عادت مقرون به صرفه نباشد. برخی بر این عقیده اند که خاکورزی می بایست به تولید محصولی بهینه و اطمینان از کنترل علف های هرز منجر شود. هر گونه عملیات دیگری برای این اهداف نه تنها آنچنان ضروری نبوده بلکه ممکن است اثر منفی بخصوص بر روی خاک نیز داشته باشد. بر اساس این نظر است که در حال حاضر پدیده ای به نام مثلث

خاکورزی که برداشتی فرضی بر مبنای روش های مختلف تهیه خاک با توجه به شدت و تراکم کاربرد ماشین در آن ها مطرح می شود.



شکل ۱-۱. مثلث فرضی خاکورزی نشان دهنده روش های مختلف تهیه بستر کاشت در نظام های مختلف زراعی (یوسفی، ۱۳۸۶)

بر اساس این چهارچوب تعدد عملیات ماشین روی خاک با کاهش سطح مثلث از قاعده به طرف رأس آن کاهش می یابد. چنانچه در قاعده مثلث روشی متداول که در آن از تمام امکانات و ادوات و تجهیزات مرسوم در زمینه تهیه خاک استفاده می شود تا رأس مثلث که روش بی خاکورزی و کاشت مستقیم بدون شخم قرار می گیرد (یوسفی، ۱۳۸۶).