





دانشکده کشاورزی
گروه زراعت و اصلاح نباتات
زراعت

عنوان:

بررسی اثر گاوآهن شخم زیر سطحی نسبت به گاوآهن‌های رایج در مناطق دیم بر حفظ بقایای
گیاهی و حفظ رطوبت در خاک طی فصل آیش

اساتید راهنما:

دکتر عبدالقیوم قلی پوری
دکتر محمد صدقی

اساتید مشاور:

دکتر علی عبادی
دکتر مرتضی برمکی

توسط:

علیرضا خدادادی

دانشگاه محقق اردبیلی
زمستان ۱۳۹۰

تشکر و قدردانی

من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق

حمد و ستایش تنها زینده خدایی است که پروردگار جهانیان است. در سایه لطف و عنایت او بود که این راه پر فراز و نشیب به سرانجام رسید. او بود که دستان لرزانم را گرفت، دل نگرانم را قوت داد و تا بلندای رهایی هدایت کرد و من همواره می‌بایست سجده شکر و سپاس‌گذاری به درگاهش به جا آورم. که بنده را سپاس و سر سپاری پیش معبود می‌باید...

ابتدا کمال تشکر و قدردانی را از پدر و مادرم دارم، زیرا بعد از خدا هر چه دارم از وجود آنان و محبت‌های بی‌دریغشان است. وظیفه خود می‌دانم که از تمامی معلمان و استادان بزرگواری که در طول دوران تحصیل خویش توفیق استفاده از محضر پر فیضشان را یافته و به قدر توان خویش از سر چشمه علم و معرفتشان بهره‌مند گشتم قدردانی کنم. از اساتید فرزانه و گران قدرم جناب آقای دکتر عبدالقیوم قلی پوری و جناب آقای دکتر محمد صدقی که دلسوزانه در این راه، راهنمای بنده بوده و وجود و حضورشان همیشه باعث دلگرمی بنده بوده کمال تشکر را دارم و امیدوارم که شایستگی شاگردی ایشان را برای همیشه داشته باشم و همچنین از جناب آقای دکتر علی عبادی و جناب آقای دکتر مرتضی برمکی که از حضورشان بسیار آموختم و کار مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند سپاسگزارم و از خداوند متعال برایشان سلامتی و طول عمر خواستارم.

از تمامی هم‌کلاسی و هم‌دانشکده‌هایی عزیز، برادر و خواهرانم، که بودن با آنها برایم نعمت بود و از آنها بسیار آموختم و در انجام تمامی مراحل این پایان نامه کمک حالم بودند، تشکر کرده و سپاسگزارم. در پایان بر خود لازم می‌دانم که از تمامی کسانی که در این راه دشوار، یاری‌گر من بودند، قدردانی نمایم.

علیرضا خدادادی

زمستان ۱۳۹۰

| | |
|---|---|
| نام خانوادگی دانشجو: خدادادی | نام: علیرضا |
| عنوان پایان نامه: بررسی اثر گاوآهن شخم زیر سطحی نسبت به گاوآهن‌های رایج در مناطق دیم بر حفظ بقایای گیاهی و حفظ رطوبت در خاک طی فصل آیش | |
| اساتید راهنما: دکتر عبدالقیوم قلی پوری و دکتر محمد صدقی | اساتید مشاور: دکتر علی عبادی و دکتر مرتضی برمکی |
| مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی کشاورزی گرایش: زراعت دانشگاه: محقق اردبیلی دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ التحصیلی: تعداد صفحه: ۸۱ | |
| کلید واژه‌ها: گاوآهن، حفظ رطوبت، آیش | |
| چکیده: | |
| <p>به منظور بررسی اثر خاک ورزی با گاوآهن شخم زیر سطحی نسبت به گاوآهن‌های رایج در مناطق دیم بر حفظ بقایای گیاهی و ذخیره رطوبت خاک طی فصل آیش، این آزمایش در سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای آزمایشی شامل پنج روش خاک ورزی با نمونه برداری در سه عمق مختلف خاک ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی متری در سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد بررسی در این طرح شامل خاک ورزی به وسیله گاوآهن شخم زیر سطحی، گاوآهن برگردان دار، گاوآهن پنجه‌غازی، دیسک و سیستم بدون خاک ورزی به عنوان شاهد بود. برای انجام این آزمایش ابتدا گاوآهن شخم زیر سطحی طراحی و ساخته شد. این گاوآهن از طریق اتصال سه نقطه‌ای به تراکتور وصل شده و نیروی خود را از محور توان دهی تراکتور می‌گیرد. این گاوآهن دارای تیغه‌های فولادی بوده که در زیر خاک چرخیده و عمل شخم زیرسطحی را انجام می‌دهد. این گاوآهن نسبت به ادوات رایج خاک ورزی در مناطق دیم بر روی صفاتی مانند حفظ رطوبت خاک، حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک، سرعت نفوذ آب در خاک و مدفون شدن بذر علف‌های هرز مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد در بین انواع گاو آهن، شخم با گاو آهن زیر سطحی بالاترین میزان رطوبت خاک را داشت و بعد از شاهد (عدم شخم) در گروه برتر قرار گرفت، همچنین در تمامی تیمارهای آزمایشی با افزایش عمق خاک بر میزان رطوبت آن، افزوده شد. در مورد صفات حفظ بقایا در سطح خاک و مدفون شدن بذر علف هرز، شخم با گاو آهن زیر سطحی به همراه گاو آهن پنجه‌غازی در گروه مشترک قرار گرفت. تأثیر شخم با انواع گاوآهن‌ها بر روی سرعت نفوذ آب در خاک نشان داد که بیشترین میزان نفوذ آب در گاو آهن برگردان دار و در گروه بعدی گاو آهن پنجه‌غازی و گاو آهن زیر سطحی قرار گرفت. نتایج آزمایش‌ها نشان داد در صورتی که گاوآهن شخم زیر سطحی تکمیل و اصلاح و به تعداد ادوات خاک ورزی آن اضافه شود، می‌تواند وسیله مناسبی برای انجام عملیات خاک ورزی در مناطق دیم باشد که می‌تواند نقش بسیار زیادی بر کنترل علف‌های هرز، حفظ رطوبت خاک و حفاظت از خاک در مقابل عوامل مخرب داشته باشد و در نتیجه باعث افزایش عملکرد شود.</p> | |

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

| | |
|---|----|
| ۱-۱- مقدمه..... | ۱ |
| ۲-۱- مشخصات مشترک خاک‌ها..... | ۴ |
| ۳-۱- پروفیل خاک..... | ۴ |
| ۴-۱- تشکیل خاک..... | ۶ |
| ۵-۱- عملیات شخم..... | ۸ |
| ۶-۱- سیستم‌های زراعی رایج..... | ۸ |
| ۱-۶-۱- مالچ خاکی..... | ۹ |
| ۱-۲-۶- شخم‌های عمیق..... | ۱۰ |
| ۱-۳-۶- زیرشکنی یا ساب سویلینگ..... | ۱۱ |
| ۱-۴-۶- مالچ کلشی..... | ۱۲ |
| ۱-۵-۶- سیستم‌های زراعی کم شخم و بدون شخم..... | ۱۴ |
| ۱-۷-۱- اثرات عملیات شخم..... | ۱۴ |
| ۱-۸-۱- انتخاب زمان مناسب شخم..... | ۱۵ |
| ۱-۹-۱- اهداف عملیات شخم در تهیه بستر بذر..... | ۱۷ |
| ۱-۹-۱-۱- بستر بذر..... | ۱۷ |
| ۱-۹-۱-۲- ساختمان خاک..... | ۱۹ |
| ۱-۹-۱-۳- نفوذ ریشه..... | ۲۰ |
| ۱-۹-۱-۴- نفوذپذیری خاک..... | ۲۱ |

- ۲۲..... ۵-۹-۱- ذخیره سازی رطوبت.....
- ۲۳..... ۶-۹-۱- مبارزه با علف‌های هرز.....
- ۲۳..... ۷-۹-۱- بقایای گیاهی.....
- ۲۵..... ۸-۹-۱- فرسایش خاک.....
- ۲۶..... ۱۰-۱- ادوات تهیه زمین و نحوه کار آنها.....
- ۲۶..... ۱۱-۱- شخم با گاو آهن.....
- ۲۶..... ۱۲-۱- نقش مکانیکی گاو آهن.....
- ۲۷..... ۱۳-۱- گاو آهن برگردان دار.....
- ۲۸..... ۱-۱۳-۱- فواید گاو آهن برگردان دار.....
- ۲۹..... ۲-۱۳-۱- معایب گاو آهن برگردان.....
- ۲۹..... ۱۴-۱- گاو آهن های دیسکی.....
- ۳۰..... ۱-۱۴-۱- مزایای شخم با دیسک.....
- ۳۰..... ۲-۱۴-۱- معایب شخم با دیسک.....
- ۳۰..... ۱۵-۱- گاو آهن قلمی.....
- ۳۱..... ۱۶-۱- ساب سویلر یا زیرشکن.....
- ۳۱..... ۱۷-۱- کلتیواتور.....
- ۳۱..... ۱-۱۷-۱- مبارزه با علف‌های هرز.....
- ۳۲..... ۲-۱۷-۱- افزایش نفوذپذیری خاک.....
- ۳۲..... ۳-۱۷-۱- بهبود تهویه.....
- ۳۳..... ۴-۱۷-۱- کاهش میزان تبخیر.....
- ۳۳..... ۱۸-۱- سیستم زراعی سستی در دیمزارهای ایران.....
- ۳۴..... ۱۹-۱- زراعت با گاو آهن‌های برگردان دار.....

- ۲۰-۱- سیستم‌های خاک ورزی حفاظتی..... ۳۵
- ۱-۲۰-۱- سیستم زراعی مالچ کلشی..... ۳۶
- ۱-۱-۲۰-۱- نحوه پیدایش و گسترش سیستم زراعی مالچ کلشی..... ۳۶
- ۲-۱-۲۰-۱- معایب مالچ کلشی..... ۳۷
- ۲-۲۰-۱- سیستم زراعی کم شخم و بدون شخم..... ۳۹
- ۱-۲-۲۰-۱- انواع سیستم زراعی کم شخم و بدون شخم..... ۴۰
- ۲-۲-۲۰-۱- معایب سیستم‌های کم شخم یا بدون شخم..... ۴۰
- ۲۱-۱- ضرورت و اهداف تحقیق..... ۴۱
- ۲۲-۱- هدف کلی از اجرای طرح..... ۴۲

فصل دوم: مواد و روش‌ها

- ۱-۲- طراحی و ساخت گاواهن شخم زیر سطحی..... ۴۴
- ۲-۲- قطعات گاواهن شخم زیر سطحی..... ۴۵
- ۱-۲-۲- شاسی..... ۴۶
- ۲-۲-۲- گیربکس و سیستم انتقال نیرو..... ۴۷
- ۳-۲-۲- عامل‌های خاک ورزی..... ۴۸
- ۱-۳-۲-۲- تیغه‌ها..... ۴۹
- ۲-۳-۲-۲- غلاف‌ها..... ۵۰
- ۳-۳-۲-۲- شافت‌ها..... ۵۱
- ۴-۲-۲- پیشروها..... ۵۱
- ۵-۲-۲- سیستم ایمنی..... ۵۱
- ۳-۲- ارزیابی گاواهن شخم زیر سطحی نسبت به گاواهن‌های رایج در مناطق دیم..... ۵۲
- ۱-۳-۲- اندازه گیری سرعت نفوذ آب در خاک..... ۵۳

- ۲-۳-۲- اندازه گیری حفظ رطوبت خاک..... ۵۵
- ۲-۳-۳- اندازه گیری حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک..... ۵۶
- ۲-۳-۴- بررسی اثر گاوآهن‌ها بر روی مدفون شدن بذر علف‌های هرز..... ۵۶
- ۲-۴- محاسبات آماری..... ۵۷

فصل سوم: نتایج و بحث

- ۳-۱- میزان رطوبت خاک..... ۵۹
- ۳-۲- میزان بقایای گیاهی در سطح خاک..... ۶۱
- ۳-۳- مدفون شدن بذر علف هرز..... ۶۸
- ۳-۴- سرعت نفوذ آب در خاک..... ۷۳
- ۳-۵- نتیجه گیری کلی..... ۷۵
- ۳-۶- پیشنهادها..... ۷۶
- منابع..... ۷۷

فهرست اشکال

| صفحه | عنوان |
|---------|---|
| ۴۵..... | شکل ۲-۱- نمای شماتیک طراحی گاو آهن شخم زیر سطحی..... |
| ۴۶..... | شکل ۲-۲- ابعاد شاسی، عامل های خاک ورز، اتصال سه نقطه ای..... |
| ۴۷..... | شکل ۲-۳- نمای شماتیک شاسی گاو آهن شخم زیر سطحی..... |
| ۴۸..... | شکل ۲-۴- گیربکس گاو آهن شخم زیر سطحی..... |
| ۴۹..... | شکل ۲-۵- عامل خاک ورز گاو آهن شخم زیر سطحی با تشریح قسمت تشکیل دهنده آن..... |
| ۵۰..... | شکل ۲-۶- تیغه های گاو آهن شخم زیر سطحی و جهت چرخش آنها..... |
| ۵۰..... | شکل ۲-۷- شافت ها به همراه چرخ زنجیر، بلبرینگ ها و ضخامت آن..... |
| ۵۱..... | شکل ۲-۸- نمای کامل گاو آهن شخم زیر سطحی بعد از ساخت..... |
| ۶۰..... | شکل ۳-۱- مقایسه میانگین اثر شخم با انواع گاو آهن بر روی میزان رطوبت خاک..... |
| ۶۰..... | شکل ۳-۲- مقایسه میانگین اثر عمق خاک بر روی میزان رطوبت آن..... |
| ۶۲..... | شکل ۳-۳- مقایسه میانگین اثر اصلی شخم با انواع گاو آهن بر روی میزان بقایاء در سطح خاک..... |
| ۶۹..... | شکل ۳-۴- مقایسه میانگین اثر اصلی شخم با انواع گاو آهن بر روی مدفون شدن بذر علف هرز..... |
| ۷۴..... | شکل ۳-۵- مقایسه میانگین اثر اصلی شخم با انواع گاو آهن بر روی سرعت نفوذ آب در خاک..... |

فهرست جداول

| صفحه | عنوان |
|---------|--|
| ۵۹..... | جدول ۳-۱- تجزیه واریانس تیمارهای مورد آزمایش بر روی میزان رطوبت خاک..... |
| | جدول ۳-۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر روی حفظ بقایاء، مدفون شدن بذر علف هرز و |
| ۶۱..... | سرعت نفوذ آب در خاک..... |

فصل اول

مقدمه و مروری بر

تحقیقات گذشته

خاک دارای تعاریف مختلف است. از نظر کلی عبارت است از لایه متخلخل اطراف کره خاکی که از سنگ‌های مادری متمایز شده است. از نظر کشاورز عبارت از محیطی است که نیازهای غذایی گیاهان را تأمین و آن‌ها را در محل رشد استحکام می‌بخشد. اما این محیط شامل فقط خاک نمی‌شود، مواد دیگری چون آب و حتی هوای موجود در آن نیز می‌باشد که می‌توانند بر رشد و نمو گیاهان مؤثر باشند. متخصص کشاورزی آن را طور دیگری تعریف می‌کند و عبارت است از آن بخش از پوسته کره خاکی که در نتیجه عوامل مؤثر بر تشکیل خاک به وجود آمده است. در سال‌های اخیر پژوهشگران اثر عملیات شخم بر روی رشد گیاه و نهایتاً افزایش عملکرد محصول را ارزیابی نموده‌اند. اما نتایج حاصل متناقض است. زیرا علاوه بر عملیات شخم عوامل ناشناخته دیگری نیز می‌تواند بر افزایش عملکرد نقش مؤثری داشته باشند. ارزیابی اثرات عملیات شخم بر روی تولیدات محصولات زراعی، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک مشکل‌تر است. در این شرایط، با توجه به کمبود رطوبت قابل مصرف و هزینه‌های مربوطه، نمی‌توان انجام عملیات شخم را به طور متمرکز و در سطح گسترده را تحمل نمود. عملیات مناسب و اقتصادی برای این مناطق احتمالاً انجام شخم‌های کم عمق یا استفاده از ادوات مخصوص این مناطق است که می‌تواند با ایجاد تخلخل نسبی، نفوذپذیری خاک را نسبت به آب یا رشد اولیه ریشه اصلاح نموده و بر افزایش عملکرد مؤثر واقع شود. بعضی از خاک‌ها که وضع فیزیکی مناسب‌تری دارند برای تهیه بستر بذر فقط به انجام عملیات مبارزه با علف‌های هرز نیاز دارند. در عوض خاک‌هایی نیز وجود دارند که انجام عملیات شخم ضمن مبارزه با علف‌های هرز خصوصیات فیزیکی آن را اصلاح کنند. ایران دارای اراضی قابل کشت وسیعی می‌باشد که با تأمین آب، اصلاح اراضی و اعمال تکنیک‌های صحیح عملیات شخم و تهیه زمین می‌توان گام‌هایی در جهت خودکفایی در بسیاری از فرآورده‌های کشاورزی برداشت. نیاز مبرم کشور برای رسیدن به خودکفایی سبب شده است که در رابطه با پیشرفت کشاورزی تصمیمات عجولانه‌ای اتخاذ گردد و ناخودآگاه تکنیک‌های

ناصحیح و غیر مناسبی بدین منظور در کشور متداول شود. یکی از مهمترین این گونه تصمیم‌ها در نیم قرن گذشته معرفی تراکتور، گاواهن‌های برگردان دار سنگین و سبک، انجام شخم‌های عمیق و تکرار عملیات شخم می‌باشد که به تدریج جایگزین روش‌های سنتی خاکورزی را در اغلب نقاط شده است. اگر چه تلاش برای مدرنیزه کردن سیستم کشاورزی برای کشور ما بسیار ضروری است ولی معرفی این گونه ماشین آلات و اعمال دقیق عملیات زراعی با توجه به عدم قدرت مالی کشاورزان ایرانی، کوچکی واحدهای زراعی، عدم آشنایی آن‌ها با تکنیک‌های زراعی مکانیزه، عدم اطلاعات کافی در مورد رابطه تراکتور و ادوات جدید با خاک و آب کاملاً مفید واقع نشده است. به این دلیل معرفی یک تکنیک با یک ماشین از یک کشور با توجه به وجود اختلافات فاحش آب و هوایی، خاکی، اجتماعی، سطح تکنولوژی و زمینه‌های اقتصادی می‌تواند با عواقب سویی چون فرسایش‌های آبی و بادی خاک همراه باشد. بر خلاف آنچه که در گذشته متداول بوده، امروزه سعی بر این است که با انتخاب ادوات خاک ورزی ویژه و گسترش سطح مکانیزاسیون و اعمال سیستم زراعی کم شخم مقدار زیادی از بقایای گیاهی، به جای مدفون شدن در زیر خاک، در سطح خاک باقی مانده و آن را از فرسایش‌های بادی و آبی محفوظ نموده و ضمن کاهش میزان تبخیر رطوبت ذخیره‌ای خاک را افزایش دهد. در سیستم تناوبی آیش- گندم که در بسیاری از نقاط ایران متداول است امروزه تلاش می‌شود که با استفاده از ادوات صحیح شخم با علف‌های هرز مبارزه جدی به عمل آید و بدین ترتیب رطوبت ذخیره شده در سال آیش مورد استفاده محصول سال بعدی قرار بگیرد. همچنین، به عوض گاواهن برگردان دار و دیسک‌های دو طرفه که در اغلب مزارع ایران کاربرد وسیع‌تری دارند، برای انجام عملیات ضروری از انواع گاواهن‌های قلمی، بدون برگردان، نیمه برگردان و یا پنجه‌غازی و هرس‌ها استفاده شود تا ضمن ایجاد تخلخل کافی در خاک بخشی از بقایا به منظور ذخیره رطوبت بیشتر در سطح مزرعه باقی بماند. در مناطق بادخیز حتی تلاش می‌شود که فرسایش آبی و بادی را هم از طریق کلوخ دار کردن سطح مزرعه، مالچ پاشی و یا با احداث بادشکن کاهش دهند و جهت جلوگیری از صدمات فرسایش‌های بادی و آبی در اراضی شیب دار و حساس به فرسایش از سیستم‌های زراعی نواری، زراعت با شخم محدود یا بدون شخم و یا ترانس بندی و کتور بندی استفاده نمایند.

۲-۱- مشخصات مشترک خاک‌ها

پوسته زمین که کره خاکی را احاطه کرده است، خواه ضخیم یا نازک؛ سیاه یا سفید، شنی یا رسی، در واقع رابط بین سنگ‌های مادری و موجودات زنده موجود در این پوسته بشمار می‌رود و با وجود زیادی تنوع دارای مشخصات زیر می‌باشد:

- ۱- از مواد معدنی، مواد آلی، آب و هوا تشکیل یافته است.
- ۲- نسبت هر یک از این مواد در خاک‌های مختلف متغیر و متفاوت می‌باشد.
- ۳- با داشتن ابعاد سه‌گانه (عرض، طول و عمق) فضایی را اشغال می‌کند.
- ۴- دارای نیم رخی (پروفیل) است که با داشتن خصوصیات ویژه می‌تواند رشد ریشه گیاهان، میزان ذخیره آب و تأمین عناصر غذایی روی آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد.

۳-۱- پروفیل خاک

برش عمودی تا مواد مادری را پروفیل می‌نامند. پروفیل خاک می‌تواند از چهار لایه یا افق مانند C, B, A, O تشکیل شود. هر لایه با توجه به رنگ، بافت، ساختمان، استحکام، تخلخل و واکنش از هم متفاوت می‌باشد. هر یک از این لایه‌ها ممکن است به نوبه خود به لایه‌های فرعی مختلف دیگر O_1 و O_2 و A_1 و A_2 و B_1 و B_2 و ... تقسیم شود. آشنایی با این لایه‌ها، چه اصلی و چه فرعی، از نظر اداره خاک‌های زراعی و استفاده از آن‌ها مهم تلقی می‌شود (برادی، ۱۹۷۴).

افق یا لایه O در سطح خاک معدنی قرار دارد و از بقایای گیاهان و جانوران تشکیل یافته است (برادی، ۱۹۷۴). این لایه معمولاً در خاک‌های جنگلی یافت می‌شود و خاک‌های به اصطلاح چمنزاری فاقد این لایه می‌باشند. بنابراین، پروفیل بسیاری از خاک فقط از سه لایه یا افق A و B و C تشکیل شده است. اگر خاکی افق B نداشته باشد پروفیل آن فقط شامل افق‌های A و C می‌شود. اگر خاکی بر اثر عوامل محیطی مانند باد و باران دستخوش فرسایش قرار بگیرد افق A و حتی B ممکن است از بین بروند و پروفیل خاک در این شرایط فقط شامل افق C می‌گردد.

افق A در زیر لایه O (اگر افق O وجود داشته باشد) و در بالای افق B (اگر افق B وجود داشته باشد) قرار دارد و معمولاً سطح الارض نامیده می‌شود. لایه‌ای است که فراوانی موجودات زنده (مانند باکتری، قارچ‌ها و میکروارگانیسم‌ها) و ریشه گیاهان زیاد است و بنابراین، از نظر مواد آلی غنی می‌باشد. با توجه به اینکه اولین لایه معدنی خاک است که با آب باران تماس مستقیم دارد عناصر غذایی و ذرات رس موجود در آن بیش از سایر لایه‌های زیرین شسته شده و در اعماق بیشتر خاک جای می‌گیرند. رنگ این لایه در مقایسه با لایه‌های دیگر تیره‌تر است (برادی، ۱۹۷۴).

افق B در زیر افق A و بالای افق C قرار می‌گیرد. لایه‌ای است که تجمع اکسیدهای آهن و آلومینیوم و رس‌های سیلیکات در آن زیاد است. این لایه در مناطق خشک حاوی کربنات کلسیم، سولفات کلسیم و سایر املاح می‌باشد. افق B را بعضی‌ها به غلط تحت الارض می‌نامند (برادی، ۱۹۷۴). افق B در بعضی حالات ممکن است جزو عمق شخم باشد. اما در صورتی که افق A عمیق باشد، اصولاً پایین‌تر از عمق شخم قرار می‌گیرد. افق B تا حدی خواص هر دو افق A و C را دارا می‌باشد. افق C در زیر دو لایه A و B (خاک زراعی یا سولوم) قرار دارد. خاک زراعی در نهایت از این لایه (C) به وجود می‌آید. در این لایه (C) فعالیت‌های بیولوژیک کم است و عوامل تشکیل دهنده لایه‌های A و B نیز بر آن بی‌تأثیر می‌باشند. اما بخش سطحی افق C بر اثر دگرگونی ممکن است به خاک زراعی یا سولوم تبدیل بشود. لایه C را بدین جهت لایه مواد مادری خاک می‌گویند. با توجه به مشخصاتی که در مورد پروفیل خاک بیان گردید، چنین به نظر می‌رسد که تمام خاک‌ها معمولاً نمی‌توانند دارای کلیه این مشخصات باشند. زیرا که کلیه عوامل محیطی مؤثر بر تشکیل خاک هم‌زمان با هم در یک منطقه یافت نمی‌شود و ناچار پروفیل مربوطه شامل کلیه لایه‌ها نمی‌گردد. (سیمون سون، ۱۹۵۷).

۱-۴- تشکیل خاک

خاک‌ها دائماً در حال تغییر هستند. اما شدت تغییرات به قدری کند و بطیبی است که مردم غالباً خاک‌ها را لایتغیر تصور می‌کنند. هر خاک در واقع دارای یک چرخه زندگی یا تکامل است و شامل مراحل مختلفی چون: (۱) مرحله‌ی تجمع مواد مادری (در این مرحله خاک زراعی وجود ندارد)، (۲) مرحله جوانی (خاک‌های نارس)، (۳) مرحله بلوغ (خاک‌های رسیده) و (۴) مرحله پیری (خاک‌های پیر) می‌باشد (میلار و همکاران، ۱۹۵۸). در مناطق خشک که خاک آن‌ها به علت بارندگی‌های ادواری سیل آسا غالباً در حال فرسایش است خاک‌های بالغ یا اصلاً تشکیل نمی‌شود و یا دیر تشکیل می‌گردد. گرما، آب و هوای مرطوب، رستنی‌های جنگلی، مواد مادری متخلخل غیر سنگی (غیرفشرده)، توپوگرافی مسطح یا پست از عوامل تسریع کننده فرآیندهای تشکیل خاک بوده و سرما، آب و هوای خشک، رستنی‌های علفی، مواد مادری غیر متخلخل (فشرده) و در عین حال غنی از مواد آهکی، توپوگرافی شیب دار از عوامل محدود کننده آن بشمار می‌روند (سیمون سون، ۱۹۵۷). تشکیل خاک طی مراحل مختلف صورت می‌گیرند. آغاز و یا پایان هیچ یک از این مراحل دقیقاً مشخص و واضح نمی‌باشد. با این حال، وجود دو مرحله اساسی یعنی تجمع مواد مادری و تمایز افق‌ها برای تشکیل خاک ضروری است. هر یک از این دو مرحله شامل مراحل مختلفی است که تشخیص آن‌ها از همدیگر چندان آسان نمی‌باشد. تجمع مواد مادری پس از دگرگونی سنگ‌های مادری به وجود می‌آید. یک سنگ بزرگ سخت را سنگ مادری و اجزایی خرد شده و متلاشی شده آن را مواد مادری خاک می‌نامند. این دگرگونی بسیار کند، تدریجی، مستمر یا مداوم است. مواد مادری حاصل از این دگرگونی در مراحل بعدی تشکیل خاک، تغییر شکل می‌دهند و نهایتاً افق‌های پروفیل خاک را به وجود می‌آورند. گل‌سنگ‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها همانند گیاهان عالی در بخش تخریب یافته کره خاکی رشد نموده، از عناصر غذایی موجود در این سنگ‌های مادری استفاده کرده و نهایتاً بقایای خود را به این لایه دگرگون یافته اضافه می‌کنند و شرایط لازم برای تشکیل افق A کم رنگی را فراهم می‌سازند. بعد از افق A، افق B ظاهر می‌شود و بنابراین، بسیاری از خاک‌ها بدو فقط شامل افق‌های A و C هستند و افق B بعداً ظاهر می‌شود (میلار و همکاران، ۱۹۵۸). تجمع مواد آلی در سطوح فوقانی معمولاً بیش از سطوح پایینی می‌باشد. زیاد شدن ماده آلی خاک نخستین مرحله از تمایز و ظهور افق A را تشکیل می‌دهد. اما این امر در تمایز افق B معمولاً مهم

تلقی نمی‌شود. میزان مواد آلی و معدنی خاک‌ها اصولاً در حال تغییر است. تخریب و تجزیه مواد معدنی کند، ولی مواد آلی سریع می‌باشد. فرآیندهای پوسیدن و تجزیه شدن مواد آلی و معدنی چه سریع و چه کند در هر حال تغییراتی را در ترکیب مواد متشکله خاک در تمام پروفیل دگرگون یافته (ریگولیت) به وجود می‌آورد. این تغییرات اگر چه کند و در کوتاه مدت ناچیز است، ولی با توجه به اینکه طبیعت دارای حوصله و صبر زیادی است، در دراز مدت چشم گیر می‌شود. هوموس حاصل از پوسیدن مواد آلی می‌تواند رنگ، ساختمان و تمایز افق‌های پروفیل خاک مربوطه را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار دهد. مواد دیگری که از پوسیدن مواد آلی به وجود می‌آیند بر روی معدنی‌ها نیز اثر گذاشته و آن‌ها را تجزیه می‌کند. بعضی از این مواد اکسیدهای آلومینیوم و آهن را حل کرده و یا حل شدن آن‌ها را در خاک تسریع می‌نمایند. مواد آلی همچنین، عناصر غذایی متعددی را آزاد می‌کنند که مورد استفاده گیاهان قرار می‌گیرند. آب و هوا (عمدتاً دما و بارندگی)، موجودات زنده خاک، سنگ‌های مادری، زمان و توپوگرافی از عوامل مهم دگرگونی سنگ‌ها و نهایتاً تشکیل خاک بشمار می‌روند. دما و بارندگی شدت دگرگونی سنگ‌های مادری و تجزیه مواد معدنی را تسریع می‌نمایند. بنابراین، آب و هوا به طور مستقیم تجمع مواد مادری و تمایز افق‌های خاک و به طور غیرمستقیم رشد گیاهان و جانوران را تحت تأثیر قرار می‌دهند. موجودات زنده مانند گیاهان، جانوران، حشرات، باکتری‌ها، قارچ‌ها و امثال آن‌ها بر تمایز افق مؤثر می‌باشند. زمان لازم برای تجمع مواد مادری به مراتب از تمایز افق‌ها بیشتر است. تمایز افق‌ها علاوه بر مواد مادری به گذشت مدت زمان طولانی نیاز دارد. مثلاً با وجود اینکه مواد مادری برای تمایز افق B در خاک جمع شده است، ولی تمایز آن بدون گذشت مدت زمان طولانی امکان پذیر نمی‌شود (آرنون، ۱۹۷۲). موقعی که یک خاک بکر (خاکی که در جای طبیعی خود به مدت نسبتاً طولانی دست نخورده باقی مانده است) کم عمقی شخم می‌خورد، نظم قرار رفتن لایه‌های پخش سطحی خاک بهم می‌خورد. اما در صورتی که افق A به قدر کافی ضخیم باشد عمق شخم و یا هر گونه عملیات زراعی دیگر فقط به بخشی از این لایه (A) محدود می‌شود. بر عکس، در خاکهایی که افق A در آن‌ها عمق کمتری داشته باشد عملیات شخم می‌تواند شامل تمام افق A و حتی تمام یا بخشی از افق B نیز باشد و موقعی که سطح خاک فرسایش یافته و از بین می‌رود، پاشنه شخم تدریجاً در عمق پایین‌تر پروفیل خاک مثلاً B یا C قرار می‌گیرد.

۱-۵- عملیات شخم

تغییر دادن مکانیکی خاک با ادوات مختلف، به منظور فراهم آوردن محیط مناسب برای رشد گیاهان، را عملیات شخم می‌گویند. استفاده از ادوات مختلف برای انجام عملیات شخم تاریخچه طولانی دارد. ابتدایی‌ترین نوع ادوات و عملیات شخم از قدیم در خاورمیانه و شمال آفریقا متداول بوده و از این مناطق به سایر نقاط دنیا راه یافته و طی قرون و اعصار دست خوش تحولات فوق‌العاده قرار گرفته است (لاوتون و ویلگ، ۱۹۷۹). در هر مرحله از این تحول کشاورز همواره فکر می‌کرد که بدون انجام شخم و عملیات مربوطه نمی‌تواند محصولی را تولید نماید. در سال ۱۷۳۱ کشاورز انگلیسی بنام جتروتال در رابطه با اهمیت عملیات شخم اظهار داشت که گیاهان از ذرات خاک تغذیه می‌کنند و هر قدر بر روی خاک عملیات شخم انجام گیرد ذرات بیشتری در دسترس ریشه گیاهان قرار می‌گیرد و نهایتاً محصول بیشتری تولید می‌شود. والدن در مورد لزوم عملیات شخم در سال ۱۸۹۱ اظهار داشت که استفاده از ادوات کشاورزی برای انجام عملیات شخم از نظر تغذیه گیاه مؤثرتر از مصرف کود می‌باشد (آرنون، ۱۹۷۲). در نیمه اول قرن حاضر، با افزایش اطلاعات علمی در زمینه مسایل کشاورزی، اظهار نظرهای قبلی مورد تجدید نظر قرار گرفت و اصلاح تهویه خاک، نفوذ ریشه در خاک، بالا بردن حاصلخیزی آن، مبارزه با علف‌های هرز، شکستن لایه‌های فشرده غیرقابل نفوذ از اهداف اصلی عملیات شخم قلمداد گردید.

اما نتایج حاصل از انجام آزمایش‌های متعدد در دهه‌های اخیر اهمیت اهداف ارایه شده قبلی را بار دیگر تغییر داد. با وجود اینکه بعضی از این اهداف هنوز هم مقبول هستند، اما عقیده کلی بر این است که در گذشته در مورد ضرورت و اهمیت انجام عملیات شخم غلو شده است. به طوریکه امروزه با شناخت اثرات سوء آن‌ها بر روی زمین زراعی و ظهور سیستم‌های زراعی جدید عملیات شخم اهمیت دیرینه خود را از دست داده است.