







دانشکده مهندسی کشاورزی

رشته زراعت گرایش آگرواکولوژی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی میزان ترسیب کربن اکوسیستم های زراعی آبی و دیم در مزارع گندم استان

خراسان شمالی

نگارنده: سیما سادات سیدی

استاد راهنما

دکتر حمید رضا اصغری

استاتید مشاور

دکتر مهدیه پارساییان

دکتر محمد جواد تشکری یزدی

شهریور ۱۳۹۵

دانشگاه صنعتی شاهرود




دانشکده کشاورزی

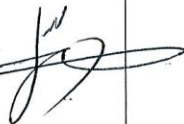
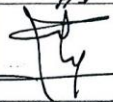
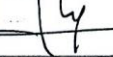
گروه :

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم سیما سادات ستیدی به شماره دانشجویی: ۹۲۳۶۹۹۴

تحت عنوان: بررسی میزان ترسیب کرین اکوسیستم های زراعی آبی و دیم در مزارع گندم استان خراسان شمالی

در تاریخ ۱۳۹۴/۰۷/۰۹ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد *موضوع: اگر کارشناسی* مورد ارزیابی و با درجه *بسیار خوب* مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی : دکتر مهدیه پارسایان		نام و نام خانوادگی : دکتر حمید رضا اصغری
	نام و نام خانوادگی : دکتر محمد جواد تشکری		نام و نام خانوادگی :

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی : دکتر شاهرخ قرنجیک		نام و نام خانوادگی : دکتر مهدی برادران
			نام و نام خانوادگی : دکتر حسن مکاریان

این پژوهش را اگر شایسته تقدیم باشد به پدر و مادر عزیزم به پاس کلیه زحمات، صبوری و حمایت همه‌جانبه‌شان تقدیم می‌کنم که شمع وجود و دعای خیرشان راهنما و موجب دلگرمی اینجانب در تمام مراحل زندگی بوده است.

تشکر و سپاس بی‌پایان مخصوص خدایی است که بشر را آفرید و به او قدرت اندیشیدن داد و توانایی‌های بالقوه در وجود انسان قرار داد و او را به تلاش و کوشش امر نمود و راهنمایی را برای هدایت بشر فرستاد.

هم اکنون که به لطف و توفیق الهی، نگارش این تحقیق را به پایان رسانیدم بر خود لازم می‌دانم از زحمات و تلاش‌های تمامی کسانی که در انجام این پژوهش مرا یاری نمودند سپاس‌گذاری نمایم.

ابتدا از استاد بزرگوار و ارجمندم جناب آقای دکتر حمید رضا اصغری که در تمامی مراحل کار با راهنمایی‌های ارزنده، صبر و مهربانی زمینه انجام تحقیق اینجانب را فراهم نمودند تشکر می‌کنم. هم‌چنین از استاتید بزرگوار دکتر مهدیه پارسایان و دکتر محمد جواد تشکری یزدی استاتید مشاور پایان‌نامه که با یادآوری نکات ارزنده دقت مرا در طرح مطالب افزایش دادند کمال تشکر را دارم.

لازم می‌دانم از همراهی برادر عزیزم سید روزه سیدی نیز کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

و در نهایت مراتب سپاس خود را به حضور استاد محترم جناب آقای دکتر محمد هادی موحد نژاد و دوستان گرامی خانم‌ها زینب بساق زاده، عصمت محمدی، و آقای عباس نصیری و سایر دوستان که به نحوی از الطاف بی‌دریغشان بهره مند گشتم تقدیم و برایشان آرزوی سعادت و شادکامی می‌کنم.

سیما سادات سیدی

شهریور ۱۳۹۵

## تعهد نامه

اینجانب سیما سادات سیدی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته کشاورزی اکولوژیک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی میزان ترسیب کربن اکوسیستم های زراعی و آبی و دیم در مزارع گندم استان خراسان شمالی تحت راهنمایی دکتر حمید رضا اصغری متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
  - در استفاده از نتایج پژوهش های 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 « *Shahroud 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 استاصل 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 شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

## مقالات مستخرج از پایان نامه:

بررسی تاثیر مدیریت زراعی بر میزان تنفس خاک مزارع گندم در شهرستان بجنورد

بررسی تاثیر مدیریت زراعی بر میزان ترسیب کربن در خاک مزارع گندم در منطقه بجنورد

بررسی تاثیر مدیریت زراعی بر میزان انتشار نیتروژن و کربن خاک مزارع گندم در شهرستان بجنورد



## چکیده

در طی قرون گذشته تمرکز گازهای گلخانه‌ای و به طور خاص دی‌اکسید کربن در جو کره زمین به تدریج افزایش یافته است که این موضوع باعث افزایش دمای کره زمین و تغییر اقلیم شده است. نقش اکوسیستم‌های کشاورزی در افزایش و یا کاهش گازهای گلخانه‌ای در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. اکوسیستم‌های کشاورزی قادرند بخشی از دی‌اکسید کربن اضافی اتمسفر را ترسیب کنند. به تمامی عملیاتی که باعث انتقال دی‌اکسید کربن اتمسفری به مخازن طولانی مدت شده و کربن را به شکلی حفظ می‌نماید که بلافاصله به اتمسفر برنگردد ترسیب کربن گفته می‌شود. این مطالعه با هدف تاثیر مدیریت زراعی بر میزان ورودی کربن به عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین کننده برای تخمین میزان تغییرات کربن خاک و همچنین پتانسیل ترسیب کربن در اراضی زراعی تحت کشت گندم در استان خراسان شمالی انجام شد. نمونه برداری‌های گیاهی و خاک در سال ۹۳-۹۲ از مزارع گندم دیم و آبی در دو منطقه مطالعاتی سیسب و منطقه شاقه به صورت میدانی انجام شد. آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در نمونه‌های خاک و در قالب طرح اسپیلت پلات در زمان در نمونه‌های گیاهی انجام گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که مدیریت زراعی سبب اثرات معنی داری بر نیتروژن، کربن آلی و ترسیب کربن خاک و همچنین فسفر، وزن خشک و ترسیب کربن گیاه داشت. این نتایج نشان می‌دهد استفاده از کودهای شیمیایی سبب کاهش فعالیت ریز موجودات و تنفس خاک می‌گردد. همچنین استفاده از کودهای دامی توانست با اثر بر رشد گیاه باعث افزایش محتوی کربن خاک و ترسیب آن گردد. مدیریت صحیح کاربری اراضی زراعی می‌تواند از هدر رفت کربن آلی و متصاعد شدن آن به صورت دی‌اکسید کربن جلوگیری کند. مدیریت اراضی زراعی در صورتی که باعث افزایش بیوماس گیاهی شود، سبب افزایش سریع ذخایر کربن گیاهی و افزایش تدریجی کربن خاک می‌شود. به نظر می‌رسد عامل مدیریت زراعی نقش مهمی در افزایش ترسیب کربن در خاک داشته است.

کلمات کلیدی: ترسیب کربن، گازهای گلخانه، مدیریت زراعی، گندم

## فهرست

فصل اول	۱
مقدمه و کلیات	۱
۱-۱ مقدمه	۲
فصل دوم	۷
بررسی منابع	۷
۱-۲- ذخایر و چرخه کربن	۸
۲-۲ فرایند تولید در اکوسیستم	۹
۳-۲ ذخیره سازی و ترسیب کربن	۱۰
۴-۲ گزینه های ترسیب کربن در اکوسیستم های خشکی و آبی	۱۳
۵-۲ اثر تخریب اکوسیستم بر ترسیب کربن	۱۳
۶-۲ نقش گیاه - خاک در ترسیب کربن	۱۴
۶-۲-۱ جایگاه گیاهان در ترسیب کربن	۱۴
۶-۲-۲ جایگاه خاک در ترسیب کربن	۱۶
۷-۲ نقش کشاورزی و بوم نظام های زراعی بر ترسیب کربن	۱۷
۸-۲ پروژه های انجام شده در زمینه ترسیب کربن	۲۱
فصل سوم	۲۵
مواد و روش	۲۵
۱-۳- زمان و موقعیت محل اجرای آزمایش	۲۶
۲-۳- مشخصات طرح و تیمارهای آزمایش	۲۷
۳-۳- اندازه گیری وزن مخصوص ظاهری خاک به روش کلوخه	۲۹
۴-۳- اندازه گیری تنفس خاک	۲۹
۵-۳- اندازه گیری هدایت الکتریکی (EC) و اسیدیته (pH) خاک	۳۰
۶-۳- اندازه گیری کربن آلی خاک به روش والکی بلاک	۳۱
۷-۳- اندازه گیری فسفر گیاه	۳۲
۸-۳- اندازه گیری فسفر قابل دسترس به روش اولسن	۳۳
۹-۳- تعیین نیتروژن کل خاک به روش کج‌لدال	۳۴

۳۶	..... اندازه گیری ترسیب کربن خاک
۳۷	..... فصل چهارم
۳۷	..... نتایج و بحث
۳۸	..... ۱-۴ - نتایج حاصل از تجزیه خاک
۳۸	..... ۱-۱-۴ - جرم ظاهری خاک
۴۱	..... ۲-۱-۴ - تنفس خاک
۴۴	..... ۳-۱-۴ - کربن آلی خاک
۴۷	..... ۴-۱-۴ - ترسیب کربن خاک
۵۰	..... ۵-۱-۴ - نیتروژن خاک
۵۲	..... ۲-۴ نتایج حاصل از تجزیه گیاه
۵۲	..... ۱-۲-۴ - فسفر گیاه
۵۵	..... ۲-۲-۴ - اندام زیرزمینی ( ریشه )
۵۷	..... ۳-۲-۴ - اندام هوایی گیاه
۵۹	..... ۴-۲-۴ - ترسیب کربن گیاه
۶۳	..... ۳-۴ نتیجه گیری
۶۵	..... ۴-۴ پیشنهادات
۶۷	..... پیوست ها
۷۷	..... منابع

### فهرست جداول

- جدول ۱-۳ خصوصیات خاک مزارع گندم نمونه برداری شده با مدیریت های متفاوت ..... ۲۷
- جدول ۲-۳ مشخصات مزارع گندم نمونه برداری شده با مدیریت های متفاوت ..... ۲۸

### فهرست اشکال

- شکل ۱-۴ تاثیر مدیریت زراعی بر وزن مخصوص ظاهری خاک مرحله رسیدگی ..... ۳۸
- شکل ۲-۴ تاثیر مدیریت زراعی بر تنفس خاک مرحله رسیدگی ..... ۴۱
- شکل ۳-۴ تاثیر مدیریت زراعی بر کربن آلی خاک مرحله رسیدگی ..... ۴۴
- شکل ۴-۴ تاثیر مدیریت زراعی بر ترسیب کربن خاک مرحله رسیدگی ..... ۴۷
- شکل ۵-۴ تاثیر مدیریت زراعی بر نیتروژن خاک مرحله رسیدگی ..... ۵۰
- شکل ۶-۴ تاثیر مدیریت زراعی بر میزان فسفر گیاه مرحله خوشه دهی ..... ۵۳
- شکل ۷-۴ تاثیر مدیریت زراعی بر بیومس اندام زیر زمینی ..... ۵۵
- شکل ۸-۴ تاثیر مدیریت زراعی بر بیومس اندام هوایی گیاه ..... ۵۸
- شکل ۹-۴ تاثیر مدیریت زراعی بر ترسیب کربن گیاه مرحله خوشه ..... ۶۰

# فصل اول

## مقدمه و کلیات

در قرن حاضر چندین موضوع عمده زیست محیطی شامل تخریب زمین، بیابان زایی، تهدید تنوع زیستی، تضعیف منابع آب، از بین رفتن جنگل ها و مراتع و در آخر تغییر اقلیم از چالش های مهم در توسعه پایدار و فقر زایی به شمار می روند (امیر اصلانی، ۱۳۸۲).

تغییر اقلیم و افزایش گرمای جهانی یکی از مهم ترین چالش ها در توسعه پایدار بوده که تاثیر منفی بر اکوسیستم های خشکی و آبی دارد، به طوری که یکی از آثار آن کاهش سطح خشکی ها از طریق ذوب کوه های یخی و افزایش وسعت دریا هاست (UNDP، ۲۰۰۰)، کربن سیاه یعنی دوده و سایر ذرات معلق (آئروسول) ناشی از احتراق ناقص سوخت های فسیلی، از طریق کاهش انعکاس برف، ابر ها و سایر سطوح و نیز از طریق جذب گرما از خورشید موجب افزایش گرمای اتمسفر می شود (مک کیوون و گاردنر، ۲۰۰۹).

میزان آزادسازی کربن از ابتدای انقلاب صنعتی، از طریق احتراق سوخت های فسیلی حدود ۲۷۰ پتا گرم و به دلیل تغییر کاربری و کشت و کار اراضی حدود ۱۳۶ پتا گرم بوده است. انجمن بین الدول تغییر اقلیم بیان کرده است که در سال ۲۱۰۰ میزان رها سازی کربن به اتمسفر به ۲۶ میلیارد تن خواهد رسید (گرمستونن و همکاران، ۲۰۰۱؛ هویجگن، ۲۰۰۷).

سه روش اصلی کاهش نشت دی اکسید کربن به اتمسفر شامل کاهش تقاضا برای انرژی از طریق افزایش قیمت منابع انرژی یا بهبود کارایی مصرف انرژی، تغییر جهت از سمت مصرف سوخت های فسیلی به سمت منابع بدون کربن و نیز ترسیب دادن کربن انتشار یافته به اتمسفر، می باشند به منظور جلوگیری از تغییرات محیطی بیشتر باید از طریق کاهش مصرف سوخت های فسیلی و جایگزینی آن با انرژی های پاک مقدار دی اکسید کربن آزاد شده به اتمسفر کاهش یابد و یا با اعمال روشهای دیگری غلظت دی اکسید کربن اتمسفری کاهش داده شود. در همین راستا می توان با عملیات مدیریتی مناسب مقدار قابل توجهی کربن در مخازن گیاهی و خاک ذخیره و میزان اثرات

منفی ناشی از غلظت دی اکسید کربن اتمسفری را کاهش داد (نیو و دوایکر، ۲۰۰۶؛ هویجگن، ۲۰۰۷). در صورت پیدا کردن بینشی درستی از تبادلات گازهای گلخانه ای بین اتمسفر و اکوسیستم های زمینی می توان به استفاده پایدار از اکوسیستم های کشاورزی امیدوار بود این مسائل باعث می گردد تا به خاک های اکوسیستم های کشاورزی توجه خاصی شود تا این خاک ها به جای منبع به مخزنی برای گازهای گلخانه ای تبدیل شده و از این طریق میزان این گازها در جو کاهش داده شود این مهم می تواند به کمک عملیاتی که میزان انتشار گازهای گلخانه ای را از خاک کاهش می دهند و یا میزان کربن ورودی به خاک را افزایش می دهند به دست آید (اوسبورن و همکاران، ۲۰۱۰).

از لحاظ اهمیت و کارکرد مواد آلی خاک کلیدی ترین عامل در باروری و کیفیت خاک، حفاظت محیط زیست، ارتقاء کیفیت و کمیت آب، تصفیه آلاینده ها و انتقال و ذخیره آب و املاح می باشند همچنین این جزء از خاک سیستم ایمنی خاک و دیگر ارکان اکوسیستم بوده و مهمترین نقطه امید برای اصلاح تغییرات اقلیمی و کاهش گاز های گلخانه ای در جو زمین می باشد (ایزورلد، ۲۰۰۷). مخزن کربن آلی خاک، بزرگترین مخزن فعال کربن کره زمین است و مقدار آن به ترتیب ۳.۳ برابر کربن اتمسفر و ۵.۴ برابر کربن بیوماس زنده زمین می باشد. لذا ماده آلی خاک را قلب کشاورزی پایدار می دانند (لال، ۲۰۰۴).

اجزای مختلف مواد آلی خاک از شاخص های مهم بیوشیمیایی در کیفیت خاک محسوب می شوند (گرگوریچ، ۱۹۹۴). به منظور افزایش کیفیت خاک و محصولات گیاهی اضافه های این محصول به خاک برگردانده می شوند با توجه به اثر مثبتی که مواد آلی بر باروری خاک دارد، مصرف این مواد مجددا مورد توجه قرار گرفته به طوری که مدیریت مطلوب مواد آلی در خاک قلب کشاورزی پایدار نام گرفته است (استیونسون، ۱۹۹۴).

کربن آلی خاک نقش مرکزی در بسیاری از خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد. خاک هایی با سطح بالایی از کربن آلی خاک انعطاف پذیر تر بوده و ساخت آنها بهتر قادر به بازیابی از تنش

(به عنوان مثال خشکسالی) از خاک نسبت به سطوح کم کربن آلی خاک است (پترسون، ۲۰۱۱). ماده آلی که بیشتر به عنوان یکی از شاخص های اولیه کیفیت خاک در بحث کشاورزی و محیط زیست در نظر گرفته می شود در نتیجه تغییر اقلیم و افزایش دمای جهانی کاهش می یابد (شکیبا، ۲۰۰۰). تغییر اقلیم و افزایش گرمای جهانی به عقیده بسیاری از محققان ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه ای در اتمسفر است (بروکس، ۱۹۹۸).

نگرانی های ناشی از مقدار کربن وارد شده به جو و آثار آن بر روی اقلیم ، روزه روز در حال افزایش است پالایش کربن با روش های مصنوعی ، هزینه های سنگینی را در بر دارد (کانل، ۱۹۹۲). بنابراین به منظور کاهش CO<sub>2</sub> اتمسفری و ایجاد تعادل در محتوای گازهای گلخانه ای، کربن موجود در اتمسفر می باید جذب و در فرم ، یا فرم های متعدد ترسیب شود این فرایند منجر به بهبود کیفیت هوا می شود ترسیب کربن در زیتوده گیاهی و خاک هایی که در این زیتوده هستند، ساده ترین و ارزان ترین راهکار ممکن برای کاهش CO<sub>2</sub> اتمسفری است (ویلیام، ۲۰۰۲). ترسیب کربن عبارت است از تغییر دی اکسید کربن اتمسفری به شکل ترکیبات آلی کربن دار توسط گیاهان و تسخیر آن برای مدت زمان معین (بروکس، ۱۹۹۸). این فرایند طی عمل فتوسنتز توسط گیاهان صورت می گیرد گیاهان با جذب آب و املاح، دی اکسید کربن و مهار انرژی نورانی ساطع شده از خورشید طی فرآیند فتوسنتز به ترسیب کربن اتمسفری می پردازند و دی اکسید کربن را به کربوهیدرات تبدیل می کنند کربنی که به طور فتوسنتزی ترسیب می شود، در سلول های فتوسنتز کننده به دو فرآورده کربوهیدراتی اصلی نشاسته و ساکاروز تبدیل می شود.

به عبارت دیگر به تمامی عملیاتی که باعث انتقال دی اکسید کربن اتمسفری به مخازن طولانی مدت شده و کربن را به شکلی حفظ می نماید که بلافاصله به اتمسفر برنگردد ترسیب کربن گفته می شود ترسیب کربن به عنوان بخشی از چرخه کربن برای تشریح تبادل کربن میان جو، اقیانوس، زیست کره خشکی و رسوبات زمین شناسی به کار برده شده و این واژه به ذخیره طولانی مدت کربن در



اکوسیستم‌های زمینی، زیرزمینی و اقیانوس‌ها که منجر به کاهش یا تعدیل دی اکسید کربن اتمسفری می شود، اطلاق می گردد (فلاحی، ۱۳۹۲).

به طور کلی ترسیب کربن اتمسفری در سه شاخه اصلی بررسی می شود:

۱- ترسیب کربن اقیانوسی (ورودی دی اکسید کربن در اعماق و جذب آن توسط فیتوپلانکتون ها)

۲- ترسیب کربن در اکوسیستم های زمینی (صخره و اعماق زمین)

۳- ترسیب کربن در اکوسیستم های خاکی گیاهان و خاک (تیز؛ زیگر، ۱۹۹۸).

با وجود روش های گوناگونی که برای ترسیب کربن وجود دارد، اما بسیاری از آنها یا در مرحله آغازین خود بوده، یا به کار گیری آن ها در حال حاضر از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست و یا اینکه ریسک استفاده از آنها بالا می باشد. از این رو امروزه به مساله ترسیب کربن در اندام های گیاهی و خاک توجه زیادی شده است، زیرا این روش ها با فناوری های فعلی عملی بوده، از نظر اقتصادی توجیه پذیرند و علاوه بر انجام ترسیب کربن مزایای جانبی دیگری مانند حفظ و تقویت تنوع زیستی، جلوگیری از فرسایش خاک، ایجاد مکان های تفریحی، تولید علوفه، بیابان زدایی و نیز بهبود شرایط اقتصادی و اجتماعی جوامع محلی که از آنها به عنوان خدمات اکوسیستمی یاد می شود، را به دنبال دارند.

میزان کربن ذخیره شده در خاک های جهان حدود ۲۵۰۰ گیگاتن و میزان کربن ذخیره شده در گیاهان حدود ۵۶۰ گیگاتن برآورد شده است هر نوع تغییری در این میزان کربن می تواند موجب آزادسازی قسمتی از آن به اتمسفر گردد افزوده شدن بر کربن موجود در ذخیره اتمسفری پیامدهای ناگواری به خصوص تشدید گرمایش جهانی را در پی داشته که از جنبه های مختلفی می تواند بر حیات موجودات کره زمین تاثیر گذار باشد. در نتیجه مدیریت مناسب جهت تقویت ذخایر کربنی خاک و گیاه دارای اهمیت است. بنابر این با توجه به تاثیر مدیریت نظام های زراعی بر میزان تولید و

انتشار دی اکسید کربن به اتمسفر، چنین به نظر می رسد نظام های زراعی که بتوانند میزان دی اکسید کربن کمتری را به اتمسفر انتشار دهند و از طرف دیگر، تولید زیست توده بالاتری داشته باشند می توانند به عنوان راهکاری پایدار برای کاهش غلظت دی اکسید کربن در آینده مد نظر قرار گیرند (خرم دل، ۱۳۹۲). از این رو این مطالعه با هدف تاثیر مدیریت زراعی بر میزان ورودی کربن به عنوان یکی از مهم ترین فاکتورهای تعیین کننده برای تخمین میزان تغییرات کربن خاک و همچنین پتانسیل ترسیب کربن اراضی زراعی تحت کشت گندم در استان خراسان شمالی انجام شده است.

# فصل دوم

## بررسی منابع

## ۲-۱- ذخایر و چرخه کربن

ذخایر کربنی کره زمین در دو گروه ذخایر فعال (مثل کربن زیست توده گیاهی و جانوری، اتمسفر، آب دریاها) و غیر فعال (مثل کربن موجود در مخازن نفت، گاز و زغال سنگ) تقسیم بندی می شوند. در حال حاضر غلظت گاز دی اکسید کربن در اتمسفر به حدود ۴۰۰ قسمت در میلیون رسیده که مهم ترین پیامد آن گرمایش جهانی می باشد.

تبدیل کاربری اراضی و فعالیت های نامناسب کشاورزی باعث شده تا مقداری از کربن ذخیره شده در خاک و پوشش گیاهی به ذخیره اتمسفری کربن افزوده شود. این مسائل به نوعی روند طبیعی چرخه کربن را با مشکل مواجه کرده که نتیجه آن افزوده شدن بیش از پیش کربن در اتمسفر می باشد. با توجه به این که کربن در تمامی ترکیبات آلی حضور دارد، این عنصر در جریان فتوسنتز توسط موجودات اتوتروف به ترکیبات آلی تبدیل شده و در زنجیره های غذایی مورد استفاده هتروتروف ها قرار می گیرد. بخشی از این کربن در جریان تنفس گیاهان و جانوران به اتمسفر برگشت می کند. مقداری از کربن نیز توسط بقایای موجودات به خاک برگشته و مورد استفاده ریز جانداران قرار می گیرد. بخشی از کربن نیز به صورت فسیل برای زمان طولانی ذخیره گشته و در نهایت در طی احتراق نفت، گاز و زغال سنگ مجدداً به محیط بر می گردد. روند مشابهی در اکوسیستم های آبی طی می شود. گیاهان آبی کربن موجود در آب را در جریان فتوسنتز جذب کرده و سپس تنفس گیاهان و جانوران آبی مقداری از کربن تثبیت شده را آزادسازی می نماید. همچنین بین دی اکسید کربن موجود در اکوسیستم های آبی و اتمسفر تبدیلاتی صورت می گیرد (نیشابوری، ۱۳۸۸؛ سنجش و دانش، ۱۳۸۶).

چرخه کربن در کشاورزی دارای تفاوت هایی با بوم نظام های طبیعی است که عمده آن ناشی از خروج محصول و آتش زدن بقایا می باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۰). بوم نظام های کشاورزی و فعالیت های به کار گرفته شده در آن، تولید کننده و منتشر کننده بخش زیادی از انواع مختلفی از گازهای

گلخانه ای به اتمسفر می‌باشد. بدین ترتیب چون گیاهان به عنوان جذب کننده ی دی اکسید کربن اتمسفر مطرح می‌باشند، لذا بوم نظام‌های کشاورزی می‌توانند به عنوان کاهش دهنده غلظت دی اکسید کربن اتمسفری مد نظر قرار گیرند. در این رابطه لازم است که به نوع مدیریت نظام زراعی توجه ویژه‌ای شود، زیرا فعالیت‌های مختلف کشاورزی و نهاده های مورد استفاده برای مدیریت بوم نظام می‌توانند تولید کننده دی اکسید کربن و به تبع آن افزایش دهنده غلظت آن در اتمسفر باشند. در نهایت این که استفاده از روش ها و نهاده‌های بوم سازگار می‌تواند ذخیره کربنی خاک را در بوم نظام های کشاورزی تقویت نموده و مقداری از موجودی کربن اتمسفر بکاهد (خرم دل و همکاران، ۱۳۸۹). میزان کربن ذخیره شده در خاک حدود سه برابر میزان کربن موجود در اندام های گیاهان و جانوران می‌باشد. کربن موجود در خاک در بسیاری از کار کرد های محیطی نقش داشته و بسته به شرایط می‌تواند به عنوان یک منبع یا مخزن برای گازهای گلخانه ای عمل نماید (محمودی طالقانی و همکاران، ۱۳۸۶؛ بارانسیکو و همکاران، ۲۰۱۰).

## ۲-۲ فرایند تولید در اکوسیستم

اکوسیستم مجموعه ای پویا از گیاهان، جانوران و ریز جانداران و نیز محیط غیره زنده اطراف آن هاست که به صورت یک واحد عملکردی با هم دارای اثرات متقابل هستند. از یک منظر، کل بیوسفر زمین یک اکوسیستم را تشکیل می‌دهد، چرا که عناصر آن با هم تعامل دارند (الکامو ، ۲۰۰۳). مهم‌ترین روش ورود کربن به بیوسفر از طریق فرایند فتوسنتز یا تولید اولیه ناخالص است که شامل جذب کربن از اتمسفر توسط گیاهان می‌باشد. بخشی از این کربن از طریق فرایندهای تنفس گیاه (تنفس اتوتروفیک)، تجزیه بقایا و ماده آلی خاک (تنفس هتروتروفیک) و نیز عواملی مانند آتش، خشکی، فعالیت های انسانی و غیره از دست می‌رود (فائو، ۲۰۰۴). مقداری از کربن جذب شده توسط بیوماس گیاهی به ریشه ها اختصاص می‌یابد که می‌تواند به ذخیره کربن آلی خاک تبدیل شود (جانسون و همکاران، ۲۰۱۰).

سالانه حدود ۱۲۰ گیگاتن کربن در جریان فتوسنتز از اتمسفر جذب می‌گردد که به نام تولید اولیه ناخالص شناخته می‌شود. نیمی از این مقدار توسط تنفس گیاه آزاد شده و ۶۰ گیگاتن به تولید اولیه خالص تبدیل می‌شود. از این مقدار تولید اولیه خالص نیز بخش قابل توجهی از طریق تنفس میکروبی (متابولیسم هتروتروفیک) به اتمسفر بازگشت یافته و فقط حدود ۱۰ گیگاتن در هر سال به تولید خالص اکوسیستم تبدیل می‌شود. از این ۱۰ گیگاتن نیز بخش قابل ملاحظه‌ای در اثر مداخلاتی مانند تغییر کاربری زمین به اتمسفر برگشته و فقط حدود یک گیگاتن که تولید خالص بیوم نام دارد، باقی می‌ماند (جانسون و همکاران، ۲۰۱۰).

## ۲-۳ ذخیره سازی و ترسیب کربن

گرمایش جهانی معلول تصاعد گازهای گلخانه‌ای نظیر گاز کربنیک، متان، نیتروس اکسید و غیره به جو در اثر فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی می‌باشد (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰).

تغییر اقلیم در عصر حاضر به عنوان مهم‌ترین تهدید برای توسعه پایدار مطرح به طوری که به کشاورزی، منابع طبیعی، منابع پایه، محیط زیست، سلامت انسان، امنیت غذایی، فعالیت‌های اقتصادی و غیره آسیب می‌رساند (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰). از جمله موثرترین راهکارهایی که برای مدیریت میزان کربن پیشنهاد می‌شود، افزایش میزان تجمع کربن به شیوه ترسیب کربن است. ترسیب کربن به عنوان بخشی از چرخه کربن، برای تشریح تبادل کربن میان جو، اقیانوس، زیست کره خشکی و رسوبات زمین‌شناسی به کار رفته و به ذخیره طولانی مدت کربن در اکوسیستم‌های زمینی، زیرزمینی و اقیانوس‌ها گفته می‌شود که منجر به کاهش یا تعدیل دی‌اکسید کربن اتمسفری می‌شود و در نتیجه پیامدهای منفی ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر به خصوص تغییر اقلیم کاهش می‌یابد (فلاحی، ۱۳۹۲).

برخی اعتقاد دارند که در بحث ترسیب کربن تنها باید محتوی کربن بسیار پایدار به عنوان کربن ترسیب شده در نظر گرفته شود. هر چند که کربن موجود در خاک از نظر درجه پایداری بسیار

متفاوت است. برخی از منابع کربن خاک جدید بوده در حالی که سایر بخش ها بیش از ۱۰۰۰ سال قدمت دارند (کمپل، ۱۹۶۷). بنابر این هر گونه تعریف ترسیب کربن بر مبنای زمان ماندگاری اختیاری است، فرض بر این است که زمانی که یک روش مدیریتی جهت افزایش ترسیب کربن اتخاذ می شود، ترسیب کربن تا رسیدن به یک سطح پایدار و تعادل جدید تا زمانی که مدیریت و شرایط آب و هوایی از یک سال تا سال دیگر تغییر نکند، ادامه می یابد (لال، ۲۰۰۲).

در تعریف دیگری از ترسیب کربن به جذب دی اکسید کربن اتمسفری توسط گیاه و ذخیره آن به صورت ترکیبات آلی کربن دار در پیکره گیاه گفته می شود در شرایطی که این کربن در بیوماس گیاه به خاک برگشته و به ذخیره کربن خاک افزوده شود (آذر نیوند و همکاران، ۱۳۸۸). بالاترین ظرفیت ترسیب کربن از حداکثر به حداقل به ترتیب به جنگل ها، مراتع و اراضی زراعی اختصاص دارد (لیو و همکاران، ۲۰۱۱).

با توجه به این که غلظت دی اکسید کربن به عنوان مهم ترین عامل ایجاد تغییرات اقلیمی در سطح جهان، از ابتدای انقلاب صنعتی یعنی ۱۷۵۰ میلادی تا کنون حدود ۳۰ درصد افزایش یافته نگرانی ها درباره پیامدهای ناشی از آن رو به افزایش است (هویجگن، ۲۰۰۷). از این رو تلاش های جهانی در جهت افزایش ترسیب کربن و کاهش رها سازی دی اکسید کربن افزایش یافته است (دیکمین و همکاران، ۲۰۰۴).

گزارش شده است که به منظور جلوگیری از تغییرات محیطی بیشتر باید از طریق کاهش مصرف سوخت های فسیلی و جایگزینی آن با انرژی های پاک مقدار دی اکسید کربن اتمسفری کاهش داده شود (هویجگن، ۲۰۰۷). برای رسیدن به این مهم بر طبق بند ۳-۴ پیمان کیوتو لازم است تا راهکارهایی مانند مدیریت اراضی زراعی و جنگل ها، مدیریت چرا و بازسازی مراتع مورد توجه قرار گیرد (اسمیت، ۲۰۰۴). در همین راستا مطالعات نشان می دهد که می توان با عملیات مدیریتی مناسب مقدار قابل توجهی کربن در مخازن گیاهی و خاک ذخیره کرد.

کشاورزی حفاظتی باعث تغییرات مهمی در پویایی کربن خاک شده و برای ترسیب کربن مفید می‌باشد. ترکیبی از عملیات مختلف از قبیل باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح خاک و عدم دستکاری مستقیم خاک منجر به کاهش سرعت تجزیه بقایای گیاهی و در نتیجه باعث کاهش معدنی شدن مواد آلی خاک به دلیل تهویه کمتر و دسترسی کمتر میکروارگانیسم‌ها به آنها شده که افزایش میزان کربن خاک را به دنبال دارد (بالوتا و همکاران، ۲۰۰۴).

میزان تغییر در کربن خاک به میزان فاصله از حالت پایدار کربن خاک بستگی دارد (آلارد و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین، اگر چه به هر طریقی میزان ورودی سالانه کربن به خاک افزایش یابد، میزان تغییر در کربن خاک و به عبارتی شیب تغییرات آن کاهش خواهد یافت و به مقدار پتانسیل ذخیره کربن خاک نزدیک خواهد شد (آلارد و همکاران، ۲۰۰۷).

افزایش ترسیب کربن باعث افزایش تولید زیست توده گیاهی، بهبود حاصلخیزی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و در نتیجه جلوگیری از فرسایش آبی و بادی می‌شود، به همین دلیل ترسیب کربن علاوه بر دارا بودن ارزش‌های حفاظتی، به دلیل افزایش تولید زیست توده، از نظر اقتصادی نیز دارای ارزش است و می‌تواند به عنوان منفعت و سود اضافی حاصل از فعالیت عملیات ترسیب کربن لحاظ شود (عبدی و عامر، ۲۰۰۳).

سیستم‌های بدون شخم و شخم کاهش یافته، کشت و کار گیاهان چند ساله، کاشت گیاهان دارای ریشه عمیق، استفاده از نهاده‌های آلی، کود دامی و کمپوست، نگهداری کاه و کلش محصولات زراعی در سطح خاک، تناوب و مدیریت ارگانیک به عنوان مهم‌ترین راهکارهای مدیریتی بهبود ترسیب کربن در بخش کشاورزی مورد توجه قرار گرفته‌اند (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۴).

میزان ترسیب کربن در مناطق مختلف با توجه به نوع گونه‌های گیاهی، روش احیای بستر و شرایط محیطی به ویژه مقدار بارندگی متفاوت است. میزان ترسیب کربن در واحد زمان به خصوصیات رشد



گونه های گیاهی و شیوه های مدیریت، تغییر کاربری اراضی، شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک و ذخیره قبلی کربن در خاک بستگی دارد (درنر و همکاران، ۱۹۹۷).

## ۲-۴ گزینه های ترسیب کربن در اکوسیستم های خشکی و آبی

روش های مختلفی برای ترسیب کربن در بوم نظام های خشکی و آبی وجود دارد، خروج دی اکسید کربن از اتمسفر چندین فرایند را در بر می گیرد که شامل تبادل سریع با بیوسفر زمینی و لایه سطحی اقیانوس از طریق تبادل هوا - دریا و نفوذ بسیار آهسته تر به بخش های درونی اقیانوس می باشد که این مورد به خاصیت بافری اقیانوس بستگی دارد. در مقیاس زمانی هزاران ساله دی اکسید کربن عمدتاً بین اتمسفر و اقیانوس به توازن می رسد که این مسئله به میزان افزایش اسیدیته و گرمایش اقیانوس بستگی دارد. بر این اساس معمولاً حدود ۲۰ درصد از دی اکسید کربن افزوده شده در اتمسفر باقی مانده و مابقی به اقیانوس اختلاط می یابد (سلمون و همکاران، ۲۰۰۹).

گزینه های مختلفی برای ترسیب کربن در اکوسیستم خشکی وجود دارد و ظرفیت آن ها حدود ۳ گیگاتن در سال بر آورد می شود. این کار می تواند از طریق احیای خاک های تخریب شده و بیابانی، به کارگیری عملیات مناسب در کشاورزی و تقویت خاک های مراتع و چراگاهها صورت گیرد. ترسیب کربن در اکوسیستم های خشکی بر اساس پدیده طبیعی فتوسنتز است که منجر به تولید اولیه خالص می شود. به طور کلی سرعت ترسیب کربن آلی در خاک، در مناطق سرد و مرطوب بین ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال و در مناطق خشک و گرم بین ۵۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال می باشد (لال، ۲۰۰۲).

## ۲-۵ اثر تخریب اکوسیستم بر ترسیب کربن

تخریب اکوسیستم می تواند بر ترکیب، ساختار و نقش اکوسیستم تاثیر گذار باشد اکثر تخریب های اکوسیستمی یکی از مکانیسم های اولیه هستند که این پتانسیل را دارند تا مسیرهای ترسیب کربن را

دگرگون کرده و اکوسیستم‌ها را از ذخایر کربنی به منابع کربنی تبدیل نمایند (ژو و همکاران، ۲۰۱۰). تبدیل زیست گاههای طبیعی به زمین‌های زراعی و مرتع و همچنین اقدامات زمینی ناپایدار مانند شخم بیش از حد، کربن را از مواد آلی آزاد می‌کند و دی‌اکسیدکربن اتمسفر را افزایش می‌دهد و سبب تاثیر مخرب این گازها و اثر گلخانه ای آنها بر اکوسیستم می‌شود. سوزاندن باقی مانده‌های محصول باعث آلودگی هوا به علت انتشار گازهای سمی متان، دی‌اکسیدکربن است که به عنوان تهدید برای انسان و اکوسیستم محسوب می‌گردد (موهان، ۲۰۱۱). ترسیب کربن در اکوسیستم های زمینی از راهکارهای مهم است که در سطح جهانی آغاز شده است. ترسیب کربن در اکوسیستم های طبیعی و افزایش آن راه حل نهایی حل مشکل آلودگی های اتمسفری است (SSSA، ۲۰۰۱). ترسیب کربن به عنوان یک گزینه کوتاه مدت می تواند غلظت دی اکسید کربن اتمسفری و اثرات سوء آن را کاهش دهد، بنابر این مدیریت بهینه اکوسیستم‌های مختلف باید در جهت افزایش پتانسیل ترسیب کربن باشد (ورامش، ۱۳۸۹).

## ۲-۶ نقش گیاه - خاک در ترسیب کربن

### ۲-۶-۱ جایگاه گیاهان در ترسیب کربن

گیاهان با جذب دی‌اکسیدکربن در طی فتوسنتز مقدار زیادی از کربن آلی را در اندام‌های هوایی و زیرزمینی خود ذخیره می‌کنند. بخصوص در مورد درختان و گیاهان پرشاخ و برگ که سیستم ریشه ای گسترده دارند، بیشتر صدق می‌کند. اکوسیستم‌های جنگلی که حدود ۴.۱ میلیارد هکتار را در سراسر جهان شامل می‌شوند، مهم‌ترین ذخیره کربنی در اکوسیستم خشکی به شمار می‌آیند. ذخیره کربن می‌تواند از طریق انتقال کربن از اندام هوایی به بخش‌های زیرزمینی و سپس ورود به ذخایر کربن آلی و غیر آلی خاک صورت گیرد (جانسون و همکاران، ۲۰۱۰).

دویکر و لال ( ۲۰۰۰ ) مطالعه‌ای در مورد میزان بقایای گندم بر کربن خاک در اکوسیستم‌های زراعی کانادا داشته‌اند، این محققین گزارش کردند که در ابتدای بهار، خاک دارای بقایای گیاهی از سرعت انتشار پایین تری نسبت به خاک عدم بقایا برخوردار بوده و دلیل این امر پایین تر بودن دمای خاک دارای بقایا بود که حدود ۸ درجه سانتی گراد در شرایط بقایای گیاهی از خاک بایر پایین تر بود اما به طور کل انتشار سالانه دی‌اکسیدکربن از خاک دارای بقایای بالاتر ولی بین بقایای ۸ تن و ۱۶ تن در هکتار اختلاف معنی داری بین انتشار دی‌اکسیدکربن وجود نداشت و همچنین میزان تولید خالص بیوم در شرایط حضور بقایای گیاهی بسیار بالاتر از عدم حضور بقایا بود.

مرادی (۱۳۹۲) در پژوهشی در مشهد تاثیر مدیریت بقایای ذرت بر میزان ترسیب کربن را بررسی و گزارش کرد که باقی گذاشتن بقایا در خاک باعث افزایش میزان ترسیب کربن در مقایسه با شرایط عدم نگهداری بقایا در سطح خاک شد. در شرایط عدم حضور بقایا هم در شخم رایج و هم در شخم حداقل، میزان بیلان کربن در تیمارهای مختلف مصرف کود نیتروژن منفی بود. این امر نشان دهنده این موضوع می باشد که در شرایط عدم حفظ بقایا در خاک، نه تنها کربنی در خاک ترسیب نمی‌یابد، بلکه مقداری از کربن خاک نیز به صورت تنفس میکروبی از خاک خارج می‌شود که در نهایت باعث ایجاد بیلان منفی در کربن خاک می‌شود. به طور کلی سیستم‌های بدون شخم و شخم کاهش یافته، کشت و کار گیاهان چند ساله، کاشت گیاهان دارای ریشه عمیق، استفاده از نهاده های آلی مانند کود دامی و کمپوست، نگهداری کاه و کلش محصولات زراعی در سطح خاک، تناوب و مدیریت ارگانیک به عنوان مهم ترین راهکارهای مدیریتی بهبود ترسیب کربن در بخش کشاورزی مطرح می باشند.

بقایای گیاهی می توانند با جایگزینی یا فراهم کردن عناصر غذایی در خاک، سبب حفظ قدرت باروری خاک، افزایش غلظت ماده آلی خاک، حفظ آب در خاک، کاهش تبخیر، ترکیب فعالیت‌های میکروبی، افزایش دانه بندی، کاهش نوسانات دمایی، بهبود ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک و بهبود قدرت شخم پذیری خاک شوند. همچنین می‌توانند با حفظ ساختمان خاک و در نتیجه

کاهش فرسایش خاک، جذب عناصر آلاینده و سایر مواد شیمیایی به کار رفته در کشاورزی، سبب کاهش منابع آلاینده، رواناب و آلودگی محیط شوند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰).

همچنین بقایای گیاهی می تواند با جذب کربن آلی و کاهش خروج دی اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه ای دیگر در متعادل نمودن اقلیم جهانی نیز نقش داشته باشد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰؛ سینک و همکاران، ۲۰۰۳).

افزودن ماده آلی به خاک از طریق بازگرداندن بقایای گیاهی با بهبود ساختمان خاک بر آب، دما و هوای خاک تاثیر می گذارند و سبب کنترل رواناب و فرسایش شد و باعث تسهیل در کشاورزی می گردند (کوماروگو، ۲۰۰۰).

نجم الدینی (۲۰۱۳) دریافت که میزان کربن ترسیب شده با نوع پوشش گیاهی رابطه مستقیم و مثبت داشت، به طوری که بین میزان ذخیره کربن، پوشش گیاهی و فرم های متفاوت رویش نظیر علوفه ای، بوتهای و خشبی و گستردگی سطوح اندام های گیاهی با میزان کربن ترسیب شده رابطه وجود داشت فروزه و همکاران (۲۰۰۶) با مقایسه توان ترسیب کربن سه گونه گل آفتابی، سیاه گینه و درمنه دشتی در مراتع دشت گرباگیان فسا بیان نمودند که این گونه ها به لحاظ فراوانی حضور در منطقه دارای نقش اصلی در ترسیب کربن در منطقه می باشند. در بین گونه های مذکور، درمنه دشتی بیشترین تاثیر را در ترسیب کربن آلی در خاک است

## ۲-۶-۲ جایگاه خاک در ترسیب کربن

افزایش نگرانی ها در زمینه گرمایش جهانی و تغییر اقلیم موجب شده است که به خاک و قابلیت آن در ترسیب کربن در سال های اخیر توجه ویژه ای شود (ورامش و همکاران، ۱۳۸۹). تغییرات کربن آلی خاک به عنوان یکی از ذخایر کربن از عواملی مانند تغییرات اقلیمی و یا تغییر مدیریت و کاربری اراضی اثر می پذیرد (بارانسیکو و همکاران، ۲۰۱۰). ترسیب کربن در خاک بخش مهمی از ترسیب

کربن در اکوسیستم‌های خشکی را شامل شده و بر مقدار دی‌اکسیدکربن اتمسفری تاثیر شدیدی می‌گذارد، به طوری که تغییرات کم در مقدار کربن موجود در خاک در اثر تغییر کاربری اراضی، می‌تواند تاثیر زیادی بر محتوی کربن اتمسفری اعمال نماید و علاوه بر آن کاهش ذخیره کربنی خاک باعث افزایش فشردگی، رواناب و فرسایش خاک نیز می‌گردد (لال، ۲۰۰۴). مطالعات نشان می‌دهد تقریباً ۲۳۴۴ گیگاتن کربن آلی در اولین متر پروفیل خاک وجود داشته و حدود ۶۱۵ گیگاتن در لایه ۲۰ سانتیمتری خاک موجود می‌باشد (گائو و گیفورد، ۲۰۰۲). کل مقدار کربن آلی موجود در خاک‌ها، تقریباً دو برابر موجودی کربن اتمسفر است (موندینی و همکاران، ۲۰۱۲).

اینگرام و فراندز (۲۰۰۱) خاک را به عنوان بزرگترین منبع کربن خشکی و مدیریت ترسیب کربن در آن را مهم‌ترین عامل برای افزایش سازگاری نظام نسبت به گاز دی‌اکسیدکربن معرفی کردند. مطالعه یان و همکاران (۲۰۰۷) بر محتوی خاک نشان داد که اعمال مدیریت بدون شخم در ۵۰ درصد بوم نظام‌های زراعی و افزودن ۵۰ درصد از حجم بقایای گیاهی تولید شده به خاک باعث افزایش پتانسیل ترسیب کربن شد. لیو و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که افزایش میزان رطوبت خاک تاثیر معنی داری در افزایش میزان انتشار گازهای  $N_2, N_2O$  داشت، این موضوع در مطالعات مختلفی تایید شده است (لی و همکاران، ۲۰۱۱). ترسیب کربن در خاک توسط میکرو ارگانیزم‌ها صورت می‌گیرد که دی‌اکسیدکربن را در ساختار کربنات‌های کلسیم و منیزیم به کار می‌برد (SSSA، ۲۰۰۱).

## ۲-۷ نقش کشاورزی و بوم نظام‌های زراعی بر ترسیب کربن

این موضوع که کشاورزی تا چه میزان باعث تولید یا خروج دی‌اکسیدکربن می‌شود، به نوع سیستم کشاورزی بستگی دارد. فعالیت‌هایی مانند بایر ماندن مزارع در بخشی از سال، زیر و رو کردن خاک، استفاده از سوخت‌های فسیلی، تولید و مصرف مواد شیمیایی، تبدیل سایر بوم نظام‌ها به اراضی کشاورزی و غیره باعث افزایش مقدار دی‌اکسیدکربن خروجی از بوم نظام‌های کشاورزی می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۰)

مدیریت نظام زراعی بر مبنای بهره‌گیری از اصول کم‌نهاده می‌تواند از طریق کاهش عملیات خاک‌ورزی و مصرف انواع نهاده‌های شیمیایی باعث کاهش انتشار دی‌اکسید کربن به اتمسفر شود (خرم‌دل و همکاران، ۱۳۹۲). سیستم‌های کشاورزی پایدار سیستم‌هایی هستند که برای ثبات تولید در درازمدت و سازگاری محیطی، بر نهاده‌های کم‌انرژی و مقادیر کمی مواد شیمیایی متکی هستند. در راستای نیل به کشاورزی پایدار، استفاده از سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی و یا بی‌خاک‌ورزی) به عنوان یک راهکار عملی قابل طرح می‌باشد. خاک‌ورزی حفاظتی تنها یک مفهوم نیست بلکه مجموعه‌ای از یک سری عملیات زراعی است که مشخصاً برای حفاظت منابع آب و خاک، تامین درآمد اقتصادی کشاورز، کاهش تخریب خاک و محیط زیست و حفظ منابع پایه ابداع و طرح ریزی شده است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۰). خاک‌ورزی حفاظتی به هر گونه خاک‌ورزی و سیستم کاشت اطلاق می‌گردد که به منظور کاهش فرسایش آبی بعد از خاک‌ورزی حداقل ۳۰ درصد از بقایای گیاهی را در سطح خاک حفظ نماید. جایی که فرسایش بادی خاک در اولویت باشد، این سیستم باید ۱.۱ تن درهکتار، معادل بقایای دانه ریز را در طول دوره وزش باد شدید در سطح مزرعه باقی بگذارد (دریچ، ۲۰۰۱).

اگرچه محققان راهکارهای بهبود دهنده پتانسیل ترسیب کربن را بسیار متنوع می‌دانند، اما با توجه به این که بخش عمده اراضی کشور در مناطق خشک و نیمه خشک واقع بود که دارای محتوی ماده آلی بسیار پایین (در حدود کمتر از یک درصد) می‌باشد (حاج‌عباسی و همتی، ۲۰۰۰). لذا افزودن ماده آلی به خاک می‌تواند از طریق بهبود ماده آلی و تاثیر بر محتوی ذخیره رطوبتی خاک نقش بسزایی بر بهبود تولید ایفا نماید. مقدار مواد آلی موجود در خاک شدیداً تحت تاثیر شیوه خاک‌ورزی است. معمولاً روش خاک‌ورزی حفاظتی مقدار موثری از بقایای گیاهی را بر روی سطح خاک باقی می‌گذارد، نتیجه این امر افزایش مقدار ماده آلی در خاک سطحی بوده که باعث افزایش میزان بیوماس و فعالیت‌های میکروبی شده و نیز میزان تجزیه را کاهش می‌دهد. مکانیسم اصلی محافظت از

کربن در یک طبقه مشخص از خاک، تراکم خاک می باشد. به طوری که خاک ورزی، دمای خاک را افزایش داده و باعث تجزیه مواد آلی و افزایش انتشار دی اکسید کربن می شود. از طرف دیگر

سیستم های مدیریت که به سمت کاهش پراکندگی و اختلاط در خاک پیش می روند (مانند بی خاک ورزی) هنگامی که بقایای محصولات و کاه و کلش همراه باشند، منبع قابل ملاحظه ای برای کربن به شمار می روند (چن و همکاران، ۲۰۰۹).

انتخاب روش خاک ورزی و نوع ادوات مورد استفاده در هنگام خاک ورزی تاثیر فراوانی بر خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک و در نهایت عملکرد دانه به جای می گذارد (شلینگر، ۲۰۰۵؛ تریپاس و همکاران، ۲۰۰۷). کاهش اتلاف کربن با کاهش بر هم زدن خاک و فرسایش به واسطه کاهش شدت خاک ورزی به خصوص با استفاده از سیستم بی خاک ورزی امکان پذیر است (مک کارل و همکاران، ۲۰۰۷). کاهش بر هم خوردگی خاک تحت سیستم بدون خاک ورزی تجزیه ماده آلی خاک را کند کرده و کربن را در ریز دانه ها تثبیت می کند. هوموس هر گونه خاک معدنی را اصلاح می کند، به ماسه هم چسبی و به رس نرمی می دهد، دانه بندی و تخلخل خاک را بهتر می سازد و ظرفیت نفوذ و در نتیجه تهویه و پایداری در برابر فرسایش را افزایش می دهد (پاوسلین و همکاران، ۱۹۹۷).

خاک ورزی، کم خاک ورزی یا بی خاک ورزی می تواند باعث بهبود ساختمان خاک و نیز افزایش ترسیب کربن در خاک های تحت کشاورزی شود. تاثیر گذاری این روش ها به نوع خاک، نوع محصول و سیستم های مدیریت خاک ورزی بستگی دارد. سیستم های خاک ورزی با تاثیر روی خلل و فرج خاک و میزان بقایای محصول قبلی در سطح خاک، نقش مهمی در حفظ رطوبت و تولید عملکرد در مناطق خشک و نیمه خشک دارند (دی ویتا و همکاران، ۲۰۰۷). خاک ورزی حفاظتی به خصوص روش بی خاک ورزی به نوعی از مهم ترین فعالیت های کشاورزی برای کاهش هدر رفت کربن خاک و افزایش ترسیب کربن محسوب می شود (گالچ و کمباردلا، ۲۰۰۰). لویمی و همکاران (۱۳۹۰)، به مقایسه تاثیر روش های بی خاک ورزی، کم خاک ورزی و خاک ورزی مرسوم (معمولی) بر عملکرد

گندم دیم در زمین دارای سنگلاخ منطقه گرمسیری پرداختند. تیمارها به شکلی انتخاب شده اند که شامل روش کم خاک ورزی (تیمارهای یک، دو و چهار)، بی خاک ورزی (تیمار سه) و خاک ورزی مرسوم (تیمار پنج) می‌باشند. تیمار شخم با گاو آهن قلمی + کاشت با خطی کار عمیق کار (تیمار یک) شخم با گاو آهن بدون صفحه برگردان + کشت با خطی کار عمیق کار (تیمار دو) بی خاک ورزی، شامل کشت به وسیله خطی کار (تیمار سه)، شخم با پنجه غازی + کشت با خطی کار عمیق کار (تیمار چهار)، شاهد شامل شخم با گاو آهن برگرداندار + دست پاشی کود و بذر + استفاده از پنجه غازی (تیمار پنج): نتایج مطالعه ی آنها نشان داد اختلاف معنی دار بین روش های مختلف وجود ندارد. البته به طور نسبی بی خاک ورزی با اختلاف کمی در اکثر عمق ها درصد مواد آلی بیش تری داشت، در عمق (۰-۱۰) سانتی متر سیستم بی خاک ورزی بیشترین ماده آلی (۰/۸۹ درصد) و سیستم پنجه غازی کم ترین درصد ماده آلی (۰/۷۷ درصد) را دارا است. آن ها اظهار داشتند وجود قلوه سنگ و ریگ خلل و فرج خاص ایجاد می نماید که در مقابل روش خاک ورزی و تاثیر آن در اکسیداسیون بقایا قابل توجه بوده و لذا در بالا تر رفتن مواد آلی محدودیت ایجاد می کند.

یوسفی و همکاران (۱۳۹۰)، به مطالعه تاثیر سیستم های مختلف خاک ورزی بر ماده آلی خاک پرداختند. تیمارهای مورد مطالعه شامل، خاک ورزی حفاظتی با کمینات، بی خاک ورزی با خطی کار بالدان، خاکورزی حفاظتی با دستگاه طرح دلتا، خاک ورزی مرسوم با گاو آهن برگرداندار و دو بار دیسک بودند. میزان ماده آلی خاک در سیستم های مختلف خاک ورزی در ۴ مرحله، ساقه روی، گرده افشانی، رسیدگی فیزیولوژیک، و پس از برداشت اندازه گیری شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد مقدار ماده آلی خاک در مرحله ساقه دهی در تمام سیستم های خاک ورزی بیش تر از سایر مراحل می باشد. بین تیمارهای مختلف خاک ورزی از نظر میزان ماده آلی تفاوت معنی دار وجود دارد. درصد ماده آلی در مرحله ساقه دهی در سیستم خاک ورزی حفاظتی با کمینات (۲.۳ درصد) بیشترین مقدار و تیمار خاک ورزی مرسوم کمترین مقدار (۱.۷ درصد) را در بین سایر تیمارها دارا بودند.



نتایج چن و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی اثرات ۱۱ سال خاک ورزی حفاظتی روی ماده آلی خاک در سیستم تک کشتی گندم در فلات لس چین نشان داد که تیمارهای شخم عمیقو بدون شخم به ترتیب به میزان ۱۴.۲ و ۱۳.۷ درصد ترسیب کربن در سیستم بی خاک ورزی را به علت حفظ بیش تر بقایای گیاهی در این سیستم، افزایش دانه بندی خاک و آشفته گی خاک می دانند.

رحیم زاده و نوید (۱۳۹۰)، به بررسی اثر روش های مختلف خاک ورزی بر خواص خاک رسی و عملکرد گندم در تناوب ها نخود در شرایط دیم پرداختند. تیمار های مورد مطالعه شامل، گاو آهن برگرداندار+غلطک (T1- روش مرسوم)، گاو آهن قلمی + غلطک (T2)، سیکوتیلر (T3)، پنجه غازی، غلطک (T4)، بی خاک ورزی (T5) بودند : نتایج این مطالعه نشان داد میران هدایت الکتریکی خاک در تیمار بی خاک ورزی دارای بیش ترین مقدار (۱/۱۰ دسی زیمنس بر متر ) و در تیمار خاک ورزی مرسوم کمترین مقدار (۰/۹۱ دسی زیمنس بر متر) را دارا بود.

نتایج تحقیقات الان و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی اثرات خاک ورزی بر دانه بندی، ترسیب کربن و نیتروژن خاک تحت تناوب های زراعی گندم در جنوب تگزاس نشان داد که، بی خاک ورزی باعث افزایش ترسیب نیتروژن به میزان ۷۶،۵۷،۷۷ درصد در مقایسه با خاک ورزی مرسوم به ترتیب در تناوب های زراعی سورگوم- گندم- سویا، گندم- سویا، گندم - سویا و سیستم تک کشتی گندم می گردد.

## ۲-۸ پروژه های انجام شده در زمینه ترسیب کربن

هینان و همکاران (۱۹۹۵) در بررسی اثرات خاک ورزی، تناوب و مدیریت بقایای گیاهی بر کربن آلی و نیتروژن خاک به این نتیجه رسیدند که کاهش کربن آلی و نیتروژن خاک در روش کشت مستقیم (بدون خاک ورزی) و باقی گذاردن بقایای گیاهی کمتر از روش خاک ورزی مرسوم و دفن کامل بقایا می باشد

سیاس و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اکوسیستم های زراعی اروپا گزارش کردند که در شرایط استفاده از کود دامی و یا حفظ بقایا بیشتر در مزرعه نسبت به استفاده از کود شیمیایی میزان انتشار گازهای گلخانه ای در مزرعه بالاتر است و بیلان گاز گلخانه ای به سمت جو بزرگتر می باشد اما اگر انرژی مصرف شده در مراحل ساخت کود شیمیایی را به کربن معادل تبدیل کرده و محاسبه کنیم در آن صورت انتشار دی اکسید کربن در شرایط استفاده از کود شیمیایی بزرگتر می شود ولی در هر صورت بیلان کربن در شرایط استفاده از کودهای آلی و دامی مثبت تر از شرایط استفاده از کود شیمیایی می باشد. افزایش کاربرد کودهای شیمیایی منجر به افزایش انتشار گازهای گلخانه ای می شود (دلایل و همکاران، ۲۰۱۱)

ترسیب کربن و نیتروژن به خاک علاوه بر کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در بهبود عملکرد گیاهان زراعی نیز می تواند موثر باشد. بطوریکه، بائر و بلاک (۱۹۹۴) گزارش نمودند که افزایش یک مگا گرم در هکتار ماده آلی خاک در سطح ۳ سانتی متری خاک، عملکرد دانه گندم را حدود ۱۵۶ کیلو گرم بهبود بخشید. آنها دلیل این افزایش را بهبود خصوصیات رطوبتی- تغذیه ای و ساختمانی خاک عنوان کردند.

ساینجو همکاران (۲۰۰۸) بیان نمودند که نگهداری بقایا در مزرعه و استفاده از کود دامی علاوه بر افزایش میزان ترسیب کربن نسبت، میزان ترسیب نیتروژن خاک را نیز بهبود بخشید. ایشان اظهار داشتند که برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، علاوه بر نیاز به ترسیب کربن و بهبود ماده آلی خاک، باید نیتروژن نیز ترسیب یابد تا از طرفی هزینه استفاده از کودهای شیمیایی کم شده و از طرف دیگر آبشویی نیتروژن و انتشار گاز  $N_2O$  کاهش یابد. همچنین، تایید شده است که با نگهداشتن بقایا در مزرعه می توان سالانه حدود ۰.۱ درصد دی اکسید کربن اتمسفر را در عمق ۵-۰ سانتیمتری خاک ترسیب نماید و این رقم در یک دوره ۲۵ تا ۳۰ ساله به حدود ۱۰ تن برسد (لال و کیمبال، ۱۹۹۷)؛

یواستیان و همکاران، ۱۹۹۷). این کربن ترسیب شده به دلیل افزایش ماده آلی خاک باعث حفظ و بهبود نیتروژن خاک نیز می گردد (ساینجو و همکاران، ۲۰۰۸).

نگهداری بقایا در سطح خاک اغلب موجب افزایش عملکرد گیاه زراعی می گردد، ولی در برخی شرایط، به دلایل مختلفی چون کمبود ادوات مناسب و ناکافی بودن دانش کشاورزان در مورد مدیریت بقایا، کاهش تهویه خاک و سرد و مرطوب شدن آن در اثر باقی گذاشتن مقادیر زیادی بقایا و مشکلات ناشی از شیوع آفات و بیماری ها و کنترل علف های هرز و همچنین کاهش قابلیت دسترسی عناصر غذایی برای گیاه زراعی بعدی، موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی می شود (آنکر، ۱۹۹۳). این موضوع نشان می دهد که هیچ یک از سامانه های مدیریت بقایا بر عملکرد گیاهان زراعی و عوامل محدود کننده تولید همچنان ادامه دارد (کومار و گوه، ۲۰۰۰).

بر اساس نتایج پژوهش های نوروود (۲۰۰۰)، بالاترین میزان عملکرد گندم بعد از ذرت، در تیمار خاک ورزی کاهش یافته به دست آمد که این افزایش عملکرد، بیشتر به دلیل افزایش تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله بود. ولی در مطالعات (لیتورجیدس و همکاران، ۲۰۰۵)، هیچ تفاوت معنی داری در عملکرد گندم بین تیمارهای خاک ورزی مشاهده نشد. بر اساس نتایج مطالعات (باراکو و همکاران، ۲۰۰۷)، مقادیر بالای بقایای ذرت موجب کاهش تعداد سنبله در متر مربع و در نتیجه کاهش عملکرد دانه گندم در حالت بدون خاک ورزی گردید.



# فصل سوم

## مواد و روش

### ۳-۱- زمان و موقعیت محل اجرای آزمایش

این مطالعه با هدف تاثیر مدیریت زراعی بر میزان ورودی کربن به عنوان یکی از مهم ترین فاکتورهای تعیین کننده برای تخمین میزان تغییرات کربن خاک و همچنین پتانسیل ترسیب کربن در اراضی زراعی تحت کشت گندم در استان خراسان شمالی انجام شد.

نمونه برداری‌ها در سال ۹۲-۹۳ از مزارع گندم دیم و آبی در دو منطقه مطالعاتی سیسب ( در شمال خراسان و در ۳۵ کیلو متری شرق بجنورد دارای اقلیم نیمه خشک سرد و متوسط میزان بارندگی سالیانه آن در یک دوره آماری ۳۰ ساله ، ۲۷۰ است و خاک این منطقه لومی رسی و عمیق و اسیدیته آن ۲/۷ است ) و منطقه شاقه (در شمال خراسان و در ۵ کیلو متری شمال بجنورد دارای اقلیم نیمه خشک سرد و متوسط میزان بارندگی سالیانه آن در یک دوره آماری سی ساله ، ۲۶۰ میلی متر است و خاک این منطقه لومی شنی و اسیدیته آن ۷/۵-۶ است) انجام شد.

نمونه برداری از کلیه اندام های هوایی و زیر زمینی به صورت تصادفی توسط کوادرات انجام گرفت. در هر قطعه زمین، در چهار مرحله رشدی گیاه شامل پنجه زنی، ساقه دهی، گلدهی و رسیدگی بذر سه نمونه تصادفی (سه تکرار) برداشت شد و نمونه ها برای اندازه گیری میزان کربن آلی اندام هوایی و زیر زمینی به آزمایشگاه منتقل گردید. برای مطالعه میزان ترسیب کربن در خاک نیز نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری زمین در مکان های تصادفی برداشت، سپس در آزمایشگاه برخی پارامترهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک مانند، میزان کربن آلی، وزن مخصوص ظاهری، تنفس خاک، ازت خاک و غیره اندازه گیری شد.

### ۲-۳- مشخصات طرح و تیمارهای آزمایش

نمونه های گیاه در قالب طرح اسپلیت پلات در زمان و نمونه های خاک در قالب طرح کاملا تصادفی توسط نرم افزار های SAS, MSTATC تجزیه و تحلیل شدند.

تیمارهای آزمایشی شامل مدیریت زراعی (مزارع مختلف) و زمان نمونه برداری بودند (پنجه زنی، ساقه دهی، گلدهی و رسیدگی بذر). نمونه های خاک در مرحله رسیدگی برداشت و آزمایش شد. در زیر (جدول ۱-۳) مشخصات شیمیایی (شامل اسیدیته و هدایت الکتریکی) خاک مزارع در مرحله رسیدگی آورده شده است. جدول شماره ۲-۳ برخی مشخصات زراعی مزارع مورد بررسی را نشان می دهد.

جدول ۱-۳ خصوصیات خاک مزارع گندم نمونه برداری شده با مدیریت های متفاوت

مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	
مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	مزرعه	
بایر	(۱۰)	(۹)	(۸)	(۷)	(۶)	(۵)	(۴)	(۳)	(۲)	(۱)	
۷/۴	۷/۶	۷/۴۵	۷/۳۱	۷/۵۹	۷/۱۱	۷/۵	۶/۷	۷/۹	۷/۷	۷/۴	pH
۰/۲۶	۰/۶۵	۰/۵۷	۰/۴۹	۰/۷۷	۰/۸۴	۰/۷۷	۱/۱۸	۰/۴۲	۰/۶۶	۰/۹۸	EC (dS/m)

جدول ۳-۲ مشخصات مزارع گندم نمونه برداری شده با مدیریت های متفاوت

مدیریت ها	کود شیمیایی	کود دامی	تناوب	رقم	شخم
مزرعه (۱)	B	استفاده شده	گندم-پیاز	سایونز گواهی	آبی
مزرعه (۲)	C	استفاده نشده	گندم -صیفی جات	گاسکوژن	آبی
مزرعه (۳)	B	استفاده نشده	گندم-پیاز	سایونز گواهی	آبی
مزرعه (۴)	B	استفاده نشده	گندم-پیاز	گاسکوژن	آبی
مزرعه (۵)	A	استفاده نشده	گندم -صیفی جات	سایونز خود مصرفی	آبی
مزرعه (۶)	C	استفاده شده	گندم -صیفی جات	سایونز گواهی	آبی
مزرعه (۷)	A	استفاده شده	گندم -آیش	سایونز	آبی
مزرعه (۸)	A	استفاده شده	گندم-آیش	سایونز	آبی
مزرعه (۹)	A	استفاده شده	گندم-آیش	گاسکوژن	آبی
مزرعه (۱۰)	C	استفاده نشده	گندم -صیفی جات	گاسکوژن	آبی
مزرعه (۱۱)	آیش	آیش	آیش	آیش	آبی
مزرعه (۱۲)	B	استفاده شده	کاه وکلش +گندم	سبلان غیر بدری	دیم

A:مصرف بیش از ۱۰۰ کیلو در هکتار-B: مصرف کمتر از ۱۰۰ کیلو در هکتار-C:عدم مصرف



### ۳-۳- اندازه گیری وزن مخصوص ظاهری خاک به روش کلوخه

یکی از خصوصیات خاک که تقریباً همیشه بر اثر خاک ورزی تغییر می نماید، جرم مخصوص ظاهری است (کاسل، ۱۹۸۲). بیشترین تغییرات ایجاد شده در محیط فیزیکی خاک توسط جرم مخصوص ظاهری خاک تعدیل می گردد. اندازه جهت تغییر در وزن مخصوص ظاهری خاک به خواص قبلی خاک، نوع و شدت عملیات خاک ورزی و مدت زمان بعد از خاک ورزی بستگی دارد. ابتدا نمونه کلوخه‌های به دست آمده از هر خاک را با نخی که به دور آن بسته شد به طور جداگانه وزن شد سپس پارافین را مذاب نموده و کلوخه با نخ داخل پارافین مذاب قرار داده شد اختلاف وزن اولیه و وزن ثانویه وزن پارافین اندازه گیری شد. کلوخه پارافینی را داخل استوانه پر از آب قرار داده و با بدست آوردن اختلاف حجم استوانه در قبل و بعد از قرار دادن کلوخه حجم کلوخه برآورد شد سپس طبق فرمول زیر جرم مخصوص ظاهری بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب تعیین گردید.

$$Db = \frac{m_1}{v_2}$$

$m_1$  = جرم کلوخه

$V_2$  = حجم کلوخه  $Db$  = جرم مخصوص ظاهری

### ۳-۴- اندازه گیری تنفس خاک

تنفس خاک به مفهوم میزان دی اکسید کربن آزاد شده از خاک ناشی از تجزیه مواد آلی خاک توسط میکروب‌ها، تنفس ریشه گیاهان و جانوران خاکزی دیگر است، تنفس خاک یکی از شاخص‌های مهم برای تامین سلامت خاک و همچنین میزان عناصر غذایی موجود در ماده آلی خاک به شمار می‌آید. تنفس خاک یک شاخص مهم برای سلامت خاک می باشد چرا که نشان دهنده سطح فعالیت میکروبی، سطح تبادل کربن بین اکوسیستم زمینی و اتمسفر می باشد (ریچ، توفکسیوگلو، ۲۰۰۰). برای اندازه گیری تنفس پایه خاک از روش آندرسون، (۱۹۸۲) استفاده شد، در این روش ۲۵ گرم از خاک

مرطوب تازه هر مزرعه در کیسه نایلونی ریخته شد و در ظرف های در داری که حاوی ۲۰CC از محلول هیدروکسید سدیم (۲ گرم در یک لیتر آب مقطر) که در داخل قوطی کوچک قرار دارد گذاشته شد پس از گذشت ۲۴ ساعت محلول های NaOH داخل قوطی کوچک از داخل ظرف های در دار برداشته و به آن ۲ میلی لیتر کلرید باریوم (۱۰/۴ گرم در ۱۰۰ سی سی آب مقطر) تا محلول رسوب کند چند قطره فنل فتالین به آن اضافه گردید، محلول ارغوانی رنگ می شود در نهایت با اسید HCl تیترا شده تا رنگ محلول سفید رنگ گردد سپس میزان اسید مصرفی یادداشت شد.

$$BR = \frac{(V_b - V_s) * 2.2}{W_s}$$

که در آن:

BR = تنفس خاک ( $\text{mg CO}_2\text{g}^{-1}\text{day}^{-1}$ )

$V_b$  = حجم اسید کلریدریک مصرفی برای شاهد

$V_s$  = حجم اسید کلریدریک مصرفی برای هر نمونه

$W_s$  = وزن خاک

۲.۲ فاکتور تبدیل (یک میلی لیتر ۰.۱HCl نرمال معادل ۲.۲ میلی گرم  $\text{CO}_2$  است) می باشد.

### ۳-۵ اندازه گیری هدایت الکتریکی (EC) و اسیدیته (pH) خاک

جهت اندازه گیری هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک، ۲۵ گرم خاک نمونه برداری شده را پس از عبور از الک ۲ میلی متری، در ارلن ریخته و به حجم ۵۰ سی سی رساندیم. پس از پوشاندن دهانه ارلن، آن را در دستگاه شیکر، تنظیم شده با سرعت ۲۰۰ دور به مدت ۱۲۰ دقیقه، قرار دادیم تا عمل بهم خوردن سوسپانسیون ۱ به ۲/۵ خاک به آب مقطر، به خوبی صورت گیرد. سپس محلول حاصل را از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عبور داده و هدایت الکتریکی عصاره به دست آمده توسط دستگاه EC

متر کالیبره شد (هدایت سنجش) (روآدز، ۱۹۹۶) و pH آن، به وسیله دستگاه متر کالیبره شده (توماس، ۱۹۹۶)، اندازه گیری شد.

### ۳-۶- اندازه گیری کربن آلی خاک به روش والکی بلاک

روش مورد استفاده در اندازه گیری کربن آلی خاک، روش والکی بلاک بود (والکی و بلاک، ۱۹۹۴) که خاک را با اسید سولفوریک غلیظ و بی کرومات مخلوط کرده، بعد از اتمام واکنش اکسیداسیون و احیا، زیادی بیکرومات باقی مانده با آمونیوم سولفات تیترا شد. محلول های لازم:

۱- بی کرومات پتاسیم یک نرمال: ۴۹.۰۴ گرم بیکرومات پتاسیم را با ترازو حساس توزین کرده و پس از حل نمودن در بالن ژوژه به حجم یک لیتر رسانده شد.

۲- اسید سولفوریک ۹۶ درصد

۳- فروآمونیوم سولفات ۰/۵ نرمال: مقدار ۱۹۶/۰۸ گرم فرو آمونیوم سولفات را توزین کرده و در بالن یک لیتری حل شد. مقدار ۱۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به آن اضافه و به حجم یک لیتر رسانده شد.

معرف ارتوفنانترولین فرو ۰.۲۵٪ ملکول گرم در لیتر: مقدار ۱۴/۸۵ گرم ارتوفنانترولین منو هیدرات را وزن و ۶/۹۵ گرم سولفات فرو به آن اضافه بعد از حل شدن حجم بالن به یک لیتر رسانده شد.

روش کار

نمونه برداری در مرحله رسیدگی از خاک دو منطقه در سه تکرار انجام گردید بدین صورت که ۱۰ گرم خاک را از مزارع هر دو منطقه کوبیده و از الک نیم میلی متری عبور داده شد به یک گرم خاک (اگر میزان کربن آلی بیش از دو و نیم درصد باشد باید خاک کمتری وزن شود) مقدار ۱۰ میلی لیتر

بی کرومات پتاسیم اضافه شد و به آرامی تکان داده شد تا حل گردد. ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به طور مستقیم به محلول اضافه کرده و تکان داده شد. ۲۰ دقیقه محلول را رها کرده تا خنک شود. ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و بعد ۱۰ قطره معرف ارتوفنانترولین به آن اضافه گردید که در انتها با فرو آمونیوم سولفات تیترا شد هنگامی که رنگ محلول قرمز پتیره شد عدد یادداشت گردید.

$$\%OC = M \cdot 0.39 \cdot [(V_1 - V_2/S)]$$

$M$  = نرمالیته فرو آمونیوم سولفات

$V_1$  = میلی لیتر فرو آمونیوم سولفات مصرفی برای نمونه

$S$  = وزن خاک خشک شده در هوای آزاد.

### ۳-۷- اندازه گیری فسفر گیاه

به منظور اندازه گیری میزان فسفر به نمونه های خشک شده گیاهی به وسیله آون، با استفاده از آسیاب پودر گردید. سپس به مقدار یک گرم از بافت خشک را در داخل بوته چینی ریخته و در داخل کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت قرار داده شد. پس از آن به هر کدام از نمونه ها ۱۰ سی سی اسید کلریدریک ۲ نرمال اضافه گردید و پس از قرار گرفتن در حمام بن ماری به مدت ۲۰ دقیقه و صاف شدن توسط کاغذ صافی، به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد غلظت فسفر در عصاره حاصل به روش آمونیوم مولیبدات و انادات تعیین شد. بدین منظور ۵ سی سی از عصاره به دست آمده را با ۵ میلی لیتر از محلول آمونیوم هپتا مولیبدات و انادات ترکیب کردیم و به حجم ۲۵ میلی لیتر رساندیم. سپس نمونه ها با دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت شد و عدد قرائت شده با استفاده از منحنی استاندارد فسفر به میلی گرم بر کیلو گرم تبدیل و در نهایت مقدار فسفر اندام هوایی و اندام زیر زمینی گیاه محاسبه گردید.

### ۳-۸ اندازه گیری فسفر قابل دسترس به روش اولسن

جهت اندازه گیری فسفر قابل دسترس خاک از روش اولسن (۱۹۵۴) استفاده شد. بدین صورت که مقدار یک گرم خاک را از داخل ظرف های نمونه گیری ریخته و سپس ۲۰ میلی  $\text{NaHCO}_3$  (pH سدیم بیکربنات باید ۵/۸ باشد که می توان از  $\text{NaOH}$  ۱ مولار جهت تنظیم pH استفاده کرد) به آن اضافه شد و برای شفاف تر شدن محلول، از زغال اکتیو به اندازه نصف قاشق چای خوری استفاده گردید. ظرف ها روی شیکر افقی با سرعت ۲۰۰ به مدت ۳۰ دقیقه شیک شدند. سپس محلول با کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ صاف شد. محلول شفاف حاصل جهت آنالیز آماده شد. برای آنالیز نمونه به روش اسپتروفتومتری احتیاج به ساخت دو محلول جداگانه است.

محلول A شامل :

۱- حل کردن ۱۲ گرم آمونیوم مویدات در ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر

۲- حل کردن ۰.۲۹۱ گرم آمونیوم پتاسیم تارتارات در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر

۳- اضافه کردن این دو محلول در ۱۰۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۲.۵ مولار

۴- رساندن حجم محلول به ۲۰۰۰ میلی لیتر با استفاده از آب مقطر

نگهداری محلول در مکان تاریک و دور از نور (این محلول را می توان تا چند روز نگهداری کرد). ساخت

محلول B شامل :

حل کردن ۱/۰۵۵۶ گرم از اسید آسکوربیک در ۲۰۰ میلی لیتر از محلول A (عمر این محلول ۲۴

ساعت می باشد و باید روزانه ساخته شود). برای اندازه گیری نمونه ها احتیاج به ۴-۶ عدد استاندارد

داریم (معمولا یک استاندارد ۱۰۰ پی پی ام ساخته می شود و آن را رقیق می کنند) که برای اندازه

گیری فسفر خاک، استانداردهای ۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۵ و ۱ پی پی ام ساخته شد. از  $\text{NaHCO}_3$  به

عنوان محلول Blank (شاهد) استفاده شد در داخل هر کووت مقدار ۳۰۰ میکرو لیتر از عصاره ی شفاف تهیه شده و ۱۰۰۰ میکرو لیتر آب مقطر و ۲۰۰ میکرو لیتر محلول B ریخته شد که طیف آبی رنگی را تشکیل دادند. جهت خواندن اعداد در دستگاه اسپکتوفتومتر مدل ۶۳۰۵ Jenway طول موج روی ۸۸۲ نانومتر تنظیم شد و پس از صفر کردن عدد دستگاه در زمان قرائت محلول شاهد به ترتیب استاندارد ها و بعد از آن عصاره ها خوانده شد و میزان فسفر قابل جذب بدست آمد.

### ۳-۹- تعیین نیتروژن کل خاک به روش کجدال

مقدار نیتروژن کل طبقات زیرین خاک کمتر از ۰/۰۲ درصد و در زمین های تحت کشت بین ۰/۰۶ تا ۰/۰۵ درصد و در پیت بیش تر از ۲/۵ درصد می باشد. روش توصیه شده برای اندازه گیری نیتروژن کل روش کجدال (برمنر و ملوانی، ۱۹۸۲) با هضم تر می باشد. در روش کجدال نیتروژن آلی در اثر حرارت و اسید سولفوریک و کاتالیزور تبدیل به  $\text{NH}_4\text{-N}$  می شود. اضافه نمودن سولفات پتاسیم و سولفات سدیم برای بالا بردن درجه حرارت، در حین هضم نمونه و اضافه نمودن سلنیوم و مس برای تسریع در اکسیداسیون مواد آلی می باشد.

مواد شیمیایی مورد نیاز:

۱- مخلوط کاتالیست سولفات پتاسیم : ۲۰۰ گرم سولفات پتاسیم ۲۰ گرم سولفات مس و ۲ گرم سلنیوم، جداگانه توزین و به صورت پودر درآمد و مخلوط شد.

۲- اسید سولفوریک غلیظ

۳- سود (NaOH) ۱۰ نرمال: مقدار ۴۰۰ گرم سود در بشر یک لیتری ریخته شد سپس بشر در زیر هود قرار گرفت و به آن ۸۰۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه گردید و بعد از سرد شدن به بشر یک لیتری منتقل و به حجم رسانده شد (دور از هوا و دی اکسید کربن باشد)

۴-مخلوط معرف ۰/۱۲ گرم متیل رد و ۰/۲ گرم برومو کروزل کربن در ۲۰۰ میلی لیتر اتانول ۰/۹۶ درصد

۵-محلول اسید بوریک یک درصد و معرف : ۱۰ گرم اسید بوریک را در ۹۰۰ میلی لیتر آب مقطر داغ حل شد و پس از خشک شدن ۲۰ میلی لیتر معرف به آن اضافه و به حجم یک لیتر رسانده شد

۶-استاندارد اسید سولفوریک یا کلریدریک ۰/۰۱ درصد نرمال

روش کار:

یک گرم خاک کوبیده و از الک نیم میلی متری عبور می دهیم. در داخل لوله های هضم ریخته، ۱/۱ گرم مخلوط کاتالیست به آن اضافه می کنیم تا مخلوط گردد. سپس ۲ میلی لیتر آب مقطر و ۳ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به آن اضافه می کنیم نمونه ها را روی اجاق برقی قرار داده و دما را تا ۳۷۰ درجه به تدریج افزایش می دهیم تا نمونه ها شفاف شود بعد از خنک شدن عصاره ها هر نمونه را در داخل لوله مخصوص دستگاه کجگلدال ریخته و دستگاه شروع به اضافه کردن محلول به صورت خودکار و تنظیم شده می کند. اسید بوریک به مقدار ۱۶ میلی لیتر، سود و آب مقطر به مقدار ۲۸ میلی لیتر به عصاره اضافه می شود. بعد از اتمام کار دستگاه محلول بدست آمده را با استاندارد اسید سولفوریک ۰/۰۱ نرمال تیترو می کنیم محلول از سبز به قرمز تغییر رنگ می دهد.

$$\%N = [(a - b) / S] * m * 1.4 * mcf$$

a = میلی لیتر اسید سولفوریک مصرفی برای نمونه

b = میلی لیتر اسید سولفوریک مصرفی برای بلانک

S = وزن خاک خشک شده در هوای آزاد

m = نرمالینه اسید سولفوریک

mcf = (۱۰۰. رطوبت درصد تقسیم بر ۱۰۰)

### ۳-۱۰-اندازه گیری ترسیب کربن خاک

برای تعیین میزان ترسیب کربن خاک، ابتدا وزن مخصوص ظاهری خاک بدست آورده شد و سپس درصد کربن آلی از روش والکی بلاک حاصل گردید (نوستو و همکاران، ۲۰۰۶) در پایان برای محاسبه میزان ترسیب کربن بر حسب گرم در متر مربع از رابطه زیر استفاده شد.

$$C = (BD * E * H) / 10000$$

C = کربن ترسیب شده

BD = درصد کربن اندازه گیری شده

E = وزن مخصوص ظاهری خاک

H = عمق خاک نمونه برداری شده

### ۳-۱۱-اندازه گیری ترسیب کربن در زیست توده گیاهی:

برای محاسبه میزان ترسیب کربن در زیست توده گیاهی پس از خشک کردن اندام گیاهی در اتوکلاو وزن شد، سپس آسیاب گردید و در کوره ۵۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳ ساعت قرار گرفت در نهایت با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه میزان مواد آلی نمونه ها میزان ترسیب کربن در زیست توده به صورت زیر محاسبه شد.

$$OC = 0.54 * OM$$

OM = مواد آلی OC = کربن آلی



# فصل چہارم

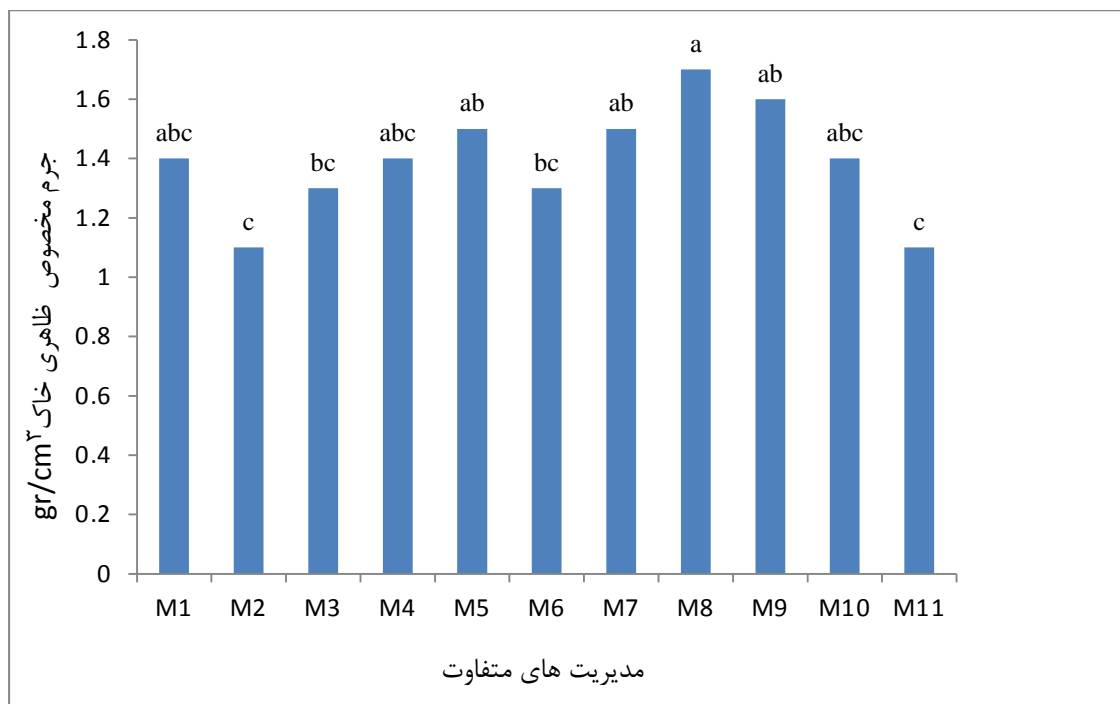
## نتایج و بحث

#### ۱-۴ - نتایج حاصل از تجزیه خاک

##### ۱-۱-۴ - جرم ظاهری خاک

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول پیوست ۱) نشان داد که مدیریت زراعی سبب ایجاد اثر معنی داری بر صفت جرم ظاهری خاک شد.

مقایسه میانگین نتایج (شکل ۱-۴) نشان داد که تفاوت معنی داری بین مدیریت متفاوت نسبت به صفت جرم ظاهری خاک وجود دارد.



شکل ۱-۴ تاثیر مدیریت زراعی بر وزن مخصوص ظاهری خاک مرحله رسیدگی

شکل ۱-۴ نشان می دهد که مدیریت شماره ۸ در بین همه مدیریت های هم گروه خود بیشترین جرم مخصوص ظاهری خاک را به خود اختصاص داد، در مدیریت (۷،۸،۹) با کاربرد بیشتر کود شیمیایی به همراه کود دامی میزان جرم ظاهری خاک افزایش داشت. مدیریت شماره ۶ که کود دامی به تنهایی استفاده شده است میزان جرم ظاهری ۱/۳ و میزان خلل و فرج ۵۰/۹۴ می باشد. در

مدیریت شماره ۹ با کاربرد کود دامی به همراه کود شیمیایی میزان جرم ظاهری ۱/۶ و میزان خلل و فرج ۳۹/۶۲ بود. در مقایسه مدیریت شماره ۴ و ۵ می توان اظهار داشت با توجه به کاربرد کود شیمیایی به تنهایی در هر دو مدیریت، در مدیریت شماره ۴ با کاربرد کمتر کود شیمیایی میزان تخلخل ۱/۸ برابر به نسبت مدیریت شماره ۵ افزایش نشان داد. کود های آلی موجب اسفنجی شدن و افزایش درصد خلل و فرج و در نهایت بهبود وزن مخصوص ظاهری خاک می شود، این در حالی است که استفاده طولانی مدت از کودهای شیمیایی باعث فشردگی خاک و ضعف فیزیکی زمین های زراعی می شود (خادمی، ۱۳۸۰). خاک از جمله منابع طبیعی دیر تجدید شونده است که حفاظت یا تخریب آن به نحوه استفاده و مدیریت کشاورزی بستگی دارد (علمی، ۱۳۶۰). در مدیریت ۱ و ۶ با کاربرد بهینه کود شیمیایی و دامی میزان کربن آلی خاک افزایش نشان داد. سینگ و همکاران (۲۰۰۳) نیز بیان کردند که مقدار کربن آلی خاک بر وزن مخصوص ظاهری خاک موثر می باشد. هر چند در این مطالعه همه مزارع مورد بررسی از شخم برگردان استفاده کرده بودند، اما یکی از خصوصیات خاک که تقریباً همیشه بر اثر خاک ورزی تغییر می نماید، جرم مخصوص ظاهری است (کاسل، ۱۹۸۲). بیشترین تغییرات ایجاد شده در محیط فیزیکی خاک توسط جرم مخصوص ظاهری خاک تعدیل می گردد. اندازه و جهت تغییر در وزن مخصوص ظاهری خاک به خواص قبلی خاک، نوع و شدت عملیات خاک ورزی و مدت زمان بعد از خاک ورزی بستگی دارد استفاده از گاو آهن برگرداندار در خاک ورزی متداول، با تولید کلوخه و برگرداندن خاک عمقی به سطح خاک منجر به ایجاد خلل و فرج زیاد در لایه های شخم می گردد و منجر به کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می گردد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۱).

عظیم زاده و همکاران (۱۳۸۶)، تاثیر روش های مختلف خاک ورزی بر وزن مخصوص ظاهری خاک، تخلخل، رطوبت خاک و عملکرد گندم در شرایط دیم مورد بررسی قرار دادند. تیمارهای شخم شامل شخم برگرداندار، شخم با گاو آهن قلمی، شخم با گاو آهن پنجه غازی و سیستم بدون شخم بود. نتایج آنها نشان داد که شخم برگرداندار در عمق ۱۰-۰ سانتی متر خاک در مقایسه با سایر روش های

شخم دارای وزن مخصوص ظاهری کمتری بود ( $0/85g/cm^3$ ) و در عمق ۲۰-۱۰ سانتی متر سیستم بدون شخم بیشترین وزن مخصوص ظاهری را دارا بود ( $1/3g/cm^3$ ). علت افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک در سیستم بی خاک ورزی در مقایسه با سایر سیستم های خاک ورزی فقط در زمان کاشت لایه سطحی خاک به وسیله بذر کار تا عمق قرار گرفتن بذر به هم می خورد و اعماق پایین تر از عمق کشت در این سیستم تحت تاثیر ماشین الات در زمان کشت فشرده شده و چون خاک اصلا به هم نمی خورد بنابراین در مقایسه با سایر سیستم های خاک ورزی سخت لایه در اعماق بالاتر تشکیل می شود و در نتیجه باعث افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک می شود. فشردگی خاک و افزایش وزن مخصوص ظاهری، نفوذ آب در خاک را می کاهد که این مهم باعث کاهش رشد اندام زیرزمینی و بقا گیاه خواهد شد (موسنا، ۲۰۰۴؛ واتسون، ۲۰۰۶).

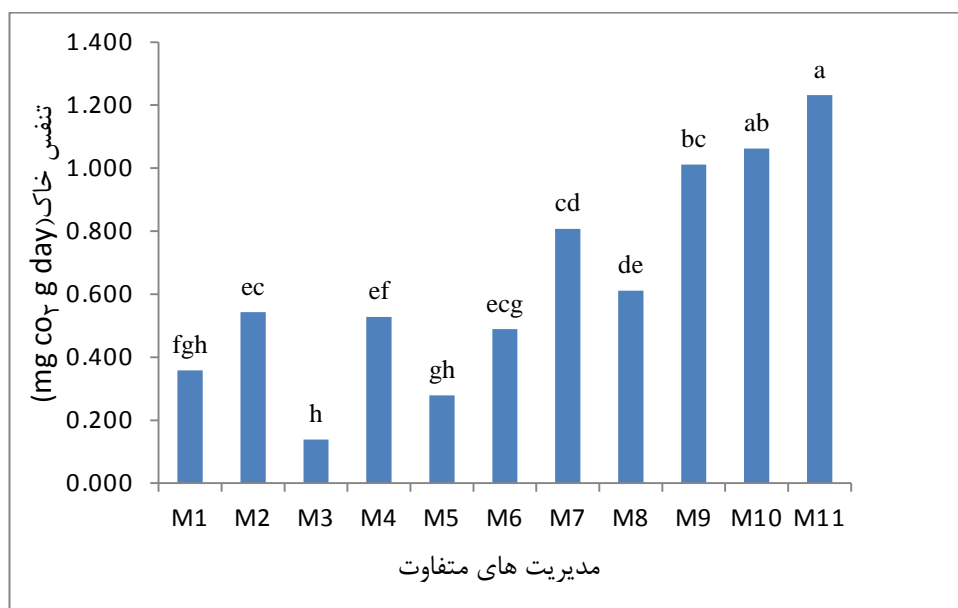
مرادی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی اثر شدت چرای دام بر خصوصیات خاک نتیجه گرفتند عامل مهمی که اثر تردد دام را بر مرتع نشان می دهد وزن مخصوص ظاهری خاک است. بروسرد (۱۹۹۷) اظهار داشت که ورود مواد آلی به خاک باعث افزایش عناصر غذایی خاک و قابلیت جذب آنها توسط گیاه، افزایش تعادل نیتروژنی و کارایی جذب فسفر می شود. همچنین کود دامی در بهبود خلل و فرج خاک و افزایش تحمل گیاه به فلزات سنگین موثر است. نتایج حق دوست و همکاران (۱۳۹۱)، با استفاده از رگرسیون چند متغیره نشان دادند که کربن آلی خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک مهم ترین شاخص های فیزیکی و شیمیایی موثر بر ترسیب کربن خاک هستند. اثر کاهش وزن مخصوص ظاهری در نتیجه استفاده از کود دامی (بدون حضور کود شیمیایی) در مزرعه شماره ۶ مشهود است. محمدی و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند که افزایش وزن مخصوص ظاهری، میزان ترسیب کربن خاک را بطور مستقیم تحت تاثیر قرار داده و باعث افزایش آن می گردد. عملیات کود دهی نیز به نوبه خود ساختمان خاک را بهبود بخشیده و باعث افزایش میزان مواد آلی خاک و به واسطه افزایش محصول و افزایش بیوماس هوایی و در نتیجه افزایش سطوح ترسیب کننده گیاهی می گردد. مقدار ماده آلی زیاد کود دامی می تواند باعث بهتر شدن خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه

افزایش عملکرد گیاه گردد (سینگ، ۱۹۹۲). متولی و همکاران (۲۰۰۱) استفاده طولانی مدت از کود شیمیایی باعث فشردگی خاک و تهویه ضعیف و افزایش وزن مخصوص ظاهری می‌شود در نتیجه باعث کاهش نیتروژن معدنی خاک می‌شود که تخریب نیترات‌ها در خاک‌های فشرده، هدر رفت نیتروژن به آب‌های زیر زمینی و اتمسفر را در پی دارد.

#### ۴-۱-۲- تنفس خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول پیوست ۲) نشان داد که مدیریت زراعی سبب ایجاد اثر معنی داری بر صفت تنفس خاک شد.

مقایسه میانگین نتایج (شکل ۴-۲) نشان داد که تفاوت معنی داری بین مدیریت متفاوت نسبت به صفت تنفس خاک وجود دارد.



شکل ۴-۲ تاثیر مدیریت زراعی بر تنفس خاک مرحله رسیدگی

بطوری که مدیریت ۱۱ بیشترین تنفس خاک را داشت هر چند با مدیریت ۱۰ در یک سطح آماری قرار داشت. نتایج مقایسه میانگین شکل (۱) نشان داد که در مدیریت ۱۱ آیش میزان تنفس خاک ۸/۹ برابر نسبت به مدیریت ۳ بیشتر است. در مدیریت‌های ۵،۴،۳ که از کود شیمیایی به تنهایی به کار

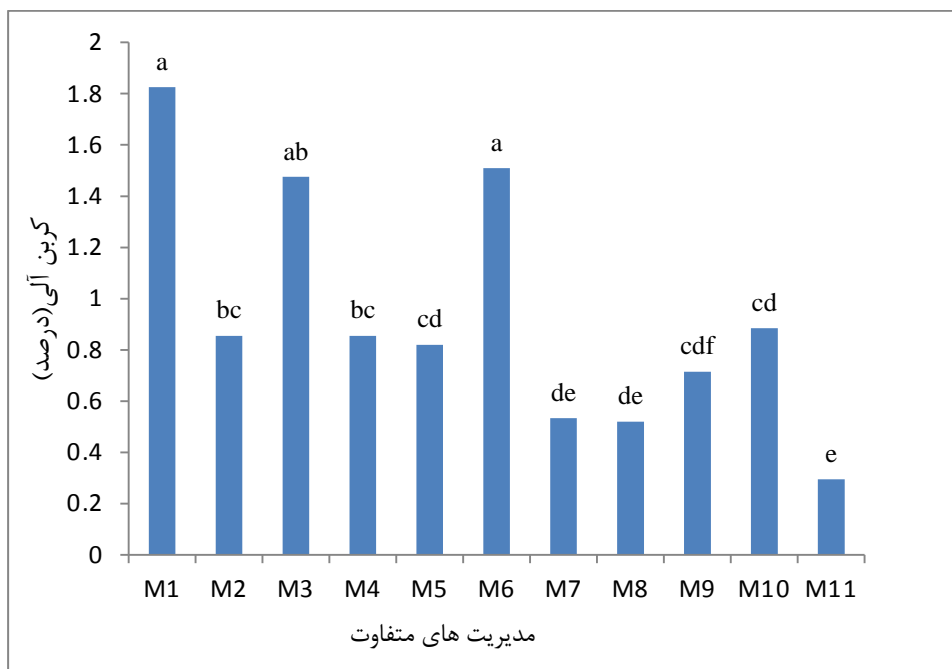
برده شده است به نسبت مدیریت ۷،۸،۹ که از کود شیمیایی و دامی توام استفاده گردیده است میزان تنفس کمتر بوده است. به نظر می رسد استفاده از کود های شیمیایی با تاثیر منفی بر فعالیت ریز موجودات خاک سبب کاهش تنفس خاک شده است. تنفس خاک به مفهوم میزان دی اکسید کربن آزاد شده از خاک ناشی از تجزیه مواد آلی خاک توسط میکروب ها، تنفس ریشه گیاهان و جانوران خاکری دیگر است، تنفس خاک یکی از شاخص های مهم برای تامین سلامت خاک و همچنین میزان عناصر غذایی موجود در ماده آلی خاک به شمار می آید. خاک می تواند منبع انتشار گازهای گلخانه ای به حساب بیاید. بنابر این توازن بین ورودی و خروجی کربن وابسته به فرایندهای تنفس ریز موجودات و فتوسنتز گیاهی است (ووارد، ۲۰۰۹). بنابر این آزاد سازی مواد آلی توسط ریز موجودات میتوانند سبب خارج سازی کربن از طریق فرایند تنفس به جو باشند (اسچمید، ۲۰۱۱؛ رینولد، ۲۰۱۲)، فعالیت ریز موجودات همراه با تنفس و خروج اکسید های نیتروژن و دی اکسید کربن می باشد. گرچه در فرایند تنفس کربن و نیتروژن از خاک خارج می شوند اما وجود این ریز موجودات به حفظ رطوبت، مواد غذایی، کاهش آبشویی نترات، افزایش ماده آلی خاک و نیز بهبود خصوصیات فیزیکی به خاک کمک می کنند و سبب تعادل در چرخه کربن بین خاک و جو می شوند. پلاراد و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که کاربرد کودهای شیمیایی و غیر آلی در زمین های کشاورزی نسبت به کاربرد کودهای آلی نقش بسیار کمتری در فعالیت میکروبی خاک دارند. در بررسی انجام شده توسط چن و همکاران (۲۰۱۰) این نتیجه حاصل شد که سرعت تنفس از نمونه های خاک که حاوی غلظت بالایی از کربن آلی می باشند کاهش یافته بود. کود دامی باعث افزایش حجم زیست توده و افزایش جمعیت میکروبی می شود، همچنین فعالیت های آنزیمی خاک را بالا می برد که در نتیجه، مقدار تنفس خاک افزایش می یابد (آدنیان، ۲۰۰۶). کود های آلی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک را بهبود می بخشد و با حفظ رطوبت و افزایش کربن به خاک، فعالیت ریز موجودات را افزایش می دهند. همچنین کمبل و همکاران (۱۹۸۶) پی به این موضوع بردند که افزایش فعالیت میکروبی رابطه مستقیمی با افزایش تنفس خاک دارد. با وجود اینکه استفاده از کودهای شیمیایی موجب افزایش رشد گیاهان

می‌شوند، اما سبب اثرات مضرى همچون افزایش بیش از حد نیتروژن و نیترات خاک، کاهش تنوع زیستی و فعالیت جانوری درون خاک و همچنین ناپایداری ساختمان خاک هم می‌شوند. تنفس خاک اکسایش مواد آلی توسط ریز جانداران هوازی و به دنبال آن خروج دی اکسید کربن از خاک بوده و مشخص ترین علامت معدنی شدن ماده آلی و بقایای گیاهی در خاک توسط فعالیت میکروبی می‌باشد (کندی و پاپندیک، ۱۹۹۵). تنفس میکروبی و یا معدنی شدن کربن آلی خاک فرآیندی است که طی آن، اکسیژن به عنوان گیرنده نهایی الکترون عمل می‌کند. تنفس خاک یکی از متداول ترین و قدیمی ترین پارامترهای بیولوژیک مورد استفاده در سنجش فعالیت های میکروبی خاک می باشد تنفس خاک یکی از عوامل موثر در تغییر جهانی اقلیم و ورودی دی اکسید کربن به اتمسفر تلقی می‌گردد (جیا و زو، ۲۰۰۷). تغییر کاربری اراضی یکی از دخالت های مهم بشر در اکوسیستم است که روی فرایندهای اکوسیستم به ویژه میزان معدنی شدن میکروبی کربن و نیتروژن اثر گذار است خاک می‌تواند منبع انتشار گازهای گلخانه ای به حساب بیاید. کاراواکا و همکاران (۲۰۰۴) هدر رفت مواد آلی خاک در اثر کشت وکار و مدیریت نامناسب خاک را اغلب به عنوان عامل اصلی کاهش تنفس خاک در خاک های زراعی نسبت به خاک های بکر گزارش کردند همچنین خاک‌های بکر دارای جمعیت میکروبی یا وزن توده ی میکروبی بالاتری نسبت به خاک‌های زراعی بودند که می‌توانند مقدار ماده آلی بیشتری را در زمان مشخص تجزیه نموده و تنفس بالاتری را عرضه کنند. همانگونه که نتایج این مطالعه نشان داد خاک مزرعه شماره ۱۱ که آیش بوده است تنفس بیشتری نسبت به خاک های دیگر مزارع داشت. همچنین دخالت در تغذیه خاک بصورت شیمیایی باعث کاهش فعالیت زیستی خاک و تنفس خاک گردید.

#### ۴-۱-۳-کربن آلی خاک

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول پیوست ۳) نشان داد که مدیریت زراعی سبب ایجاد اثر معنی داری بر صفت کربن آلی خاک شد.

مقایسه میانگین نتایج (شکل ۴-۳) نشان داد که تفاوت معنی داری بین مدیریت متفاوت نسبت به صفت کربن آلی خاک وجود دارد.



شکل ۴-۳ تاثیر مدیریت زراعی بر کربن آلی خاک مرحله رسیدگی

نتایج نشان داد که استفاده توام کود دامی و شیمیایی و تناوب گندم و پیاز سبب افزایش نسبتا زیاد کربن آلی خاک شده است. در مزرعه ۶ با کاربرد کود دامی میزان ۱/۲ برابر کربن آلی بیشتر از مدیریت ۳ که کود شیمیایی به تنهایی استفاده شده است. همچنین در مدیریت ۶ میزان کربن ۱/۷۶ برابر بیشتر از مدیریت ۲ عدم مصرف کود دامی می باشد، که با نتایج (کندوو همکاران، ۲۰۰۷) مطابقت داشت. در مدیریت ۱ میزان کربن آلی ۶/۱۸ برابر نسبت به شاهد (آیش) افزایش داشت. این نتایج بیانگر نقش کود های آلی در افزایش محتوی ماده آلی خاک می باشد. به نظر می رسد که



افزایش تنوع و ایجاد تناوب در سیستم‌های زراعی و همچنین استفاده از کودهای دامی می‌تواند به افزایش محتوی مواد آلی خاک کمک کند که این نیز نوعی ترسیب کربن و افزایش کربن خاک محسوب می‌گردد. در مبحث مدیریت کربن خاک لازم است این نکته که خاک ظرفیت محدودی برای ترسیب کربن دارد مد نظر قرار گیرد و افزون بر این اگر عملیات مدیریتی ادامه دار نباشد کربن ذخیره شده در خاک از دست خواهد رفت. سطوح کربن آلی خاک حاصل تعادل بین افزونه‌ها و تلفات کربن است (لال، ۲۰۰۴).

وان کسل و همکاران (۲۰۰۰) تغییرات کربن آلی را در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی متر خاک برای یک دوره ۲۰ ساله در پودان اندازه‌گیری کرد و مدیریت اراضی را بر روی ذخایر کربن آلی خاک موثر دانست مطالعات دیگری در سنگال نشان داد که در حدود ۶۰ درصد از کربن آلی خاک در عمق ۲۰ سانتی متری خاک ذخیره شده است از طرفی مشخص شده است که ۷۵ الی ۸۰ درصد ماده آلی در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی متری خاک و ۱۰٪ در صد ماده آلی در ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر خاک انباشته می‌شود. فرانک (۲۰۰۵) دریافت که افزایش ذخیره کربن در گراسلندها قویا تحت تاثیر نوع مدیریت و میزان بارش است. هالورسون و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که در سیستم‌های کشت سالانه محتوای کربن خاک به ترتیب برای عدم شخم و شخم کم به ترتیب ۰.۲۳، ۰.۲۵، میلی گرم کربن در هکتار در سال افزایش می‌یابد. سینجو و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که شخم و تناوب زراعی، محتوای کربن آلی خاک را در طی دوره ۶۰ ساله تحت تاثیر قرار نداد که این ممکن است به علت زمان لازم برای تشخیص تغییرات در میزان کربن آلی باشد کاهش شدت شخم می‌تواند تلفات کربن را کاهش دهد و حتی محتوای کربن خاک را افزایش دهد که این امر به علت کاهش اختلال در خاک و تجمع بیشتر ذرات خاک است (فابریزی و همکاران ۲۰۰۷).

چائو و همکاران (۲۰۱۰) از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۶ در یک سیستم آگرو فارستری متشکل از گونه‌های گندم زراعی (*Triticum aestivum*) و صنوبر (*Populus deltoids*) توان ترسیب کربن توسط

صنوبر و تغییر در کربن آلی خاک را ارزیابی کردند و مشاهده گردید که در کشت مختلط نسبت به کشت گندم خالص، توان ترسیب کربن به مقدار زیادی افزایش یافته است به گونه ای که میزان خالص ترسیب کربن در اختلاط گندم - صنوبر ۳۴/۶۱ تن در هکتار در مقایسه با ۱۸/۷۴ تن در هکتار گندم خالص بود. همچنین نتایج این بررسی نشان داد که ۶ سال پس از کاشت صنوبر، میزان کربن در خاک در عمق ۰-۱۵ سانتی متر حدود ۳۵/۶ درصد نسبت به کشت گندم خالص افزایش یافته است. تغییر کاربری اراضی در صورتی که باعث افزایش بیوماس گیاهی شود، سبب افزایش سریع ذخایر کربن گیاهی و افزایش تدریجی کربن خاک می شود (ترنر، ۱۹۹۵).

دندرون و همکاران (۲۰۱۲) میزان ترسیب کربن و انتشار گازهای گلخانه را در شرایط زراعت رایج ذرت (شخم عمیق، تک کشتی و خارج کردن بقایا از مزرعه) با عملیات حفاظتی (شخم حداقل، تناوب زراعی و حفظ بقایا در زمین) مقایسه نمودند، نتایج این تحقیق نشان داد که میزان مواد آلی خاک و ترسیب کربن در کشاورزی حفاظتی (۱۱۷ مگا کربن در هکتار) بیشتر از کشاورزی رایج (۶۹/۷ مگا کربن در هکتار) بود. همچنین پتانسیل گرمایش زمین در کشاورزی حفاظتی به طور چشم گیری پایین تر از کشاورزی رایج بود. ترسیب کربن و نیتروژن به خاک علاوه بر کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در بهبود عملکرد گیاهان زراعی نیز می تواند موثر باشد. بطوریکه، بائر و بلاک (۱۹۹۴) گزارش نمودند که افزایش یک مگا گرم در هکتار ماده آلی خاک در سطح ۳ سانتی متری خاک، عملکرد دانه گندم را حدود ۱۵۶ کیلو گرم بهبود بخشید. آنها دلیل این افزایش را بهبود خصوصیات رطوبتی - تغذیه ای و ساختمانی خاک عنوان کردند.

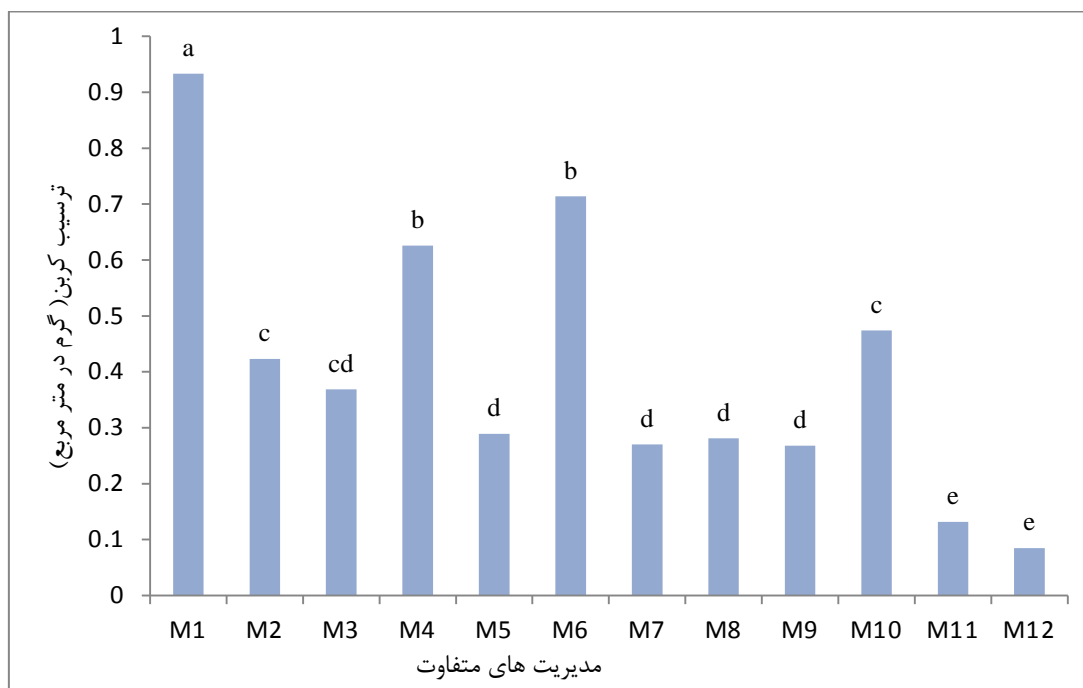
لال (۲۰۰۵) معتقد است که نسبت ترسیب کربن و حجم و کیفیت ذخیره کربن به فعل و انفعالات بین اقلیم خاک، گونه های گیاهی، مدیریت و ترکیب شیمیایی لاشبرگ بقایای گیاهی و هدر رفت کربن از طریق تجزیه بستگی دارد. جهت افزایش کربن در خاک، باید مدیریت به گونه ای باشد که میزان کربن وارد شده به خاک از طریق لاشبرگ و بقایای گیاهی افزایش و میزان تجزیه کربن خاک

کاهش یابد عملیات کود دهی به نوبه خود ساختمان خاک را بهبود بخشیده و باعث افزایش میزان مواد آلی خاک و به طبع افزایش محصول و افزایش بیوماس هوایی و در نتیجه افزایش سطوح ترسیب کننده گیاهی می گردد. مقدار ماده آلی زیاد کود دامی می تواند باعث بهتر شدن خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه گردد (رضایی نژاد، ۱۳۷۹؛ سینگ، ۲۰۰۶). شرود و همکاران (۲۰۰۳) دریافتند که تحت برداشت مستمر میزان کربن آلی خاک بیشتر از مقدار آن در یک سیستم آیش - گندم است.

#### ۴-۱-۴- ترسیب کربن خاک

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول پیوست ۴) نشان داد که مدیریت زراعی سبب ایجاد اثر معنی داری بر صفت ترسیب کربن خاک شد.

مقایسه میانگین نتایج (شکل ۴-۴) نشان داد که تفاوت معنی داری بین مدیریت متفاوت نسبت به صفت ترسیب کربن خاک وجود دارد.



شکل ۴-۴ تاثیر مدیریت زراعی بر ترسیب کربن خاک مرحله رسیدگی

نتایج نشان داد ( شکل ۴-۴ ) که بیشترین میزان ترسیب کربن خاک در مدیریت ۱ بود که ۷/۶ برابر نسبت به شاهد (آیش) افزایش داشت و کمترین میزان ترسیب کربن مربوط به مدیریت ۱۱ شاهد (آیش) بود. در مزرعه ۶ کاربرد کود دامی به تنهایی میزان ترسیب کربن ۱/۴ برابر بیشتر از مزرعه ۴ کود شیمیایی به تنهایی می باشد، که با نتایج کندو و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت. در مزرعه ۱۰ تناوب گندم - صیفی جات با توجه به عدم کاربرد کود دامی و شیمیایی میزان ترسیب ۱/۷ برابر بیشتر از مزرعه ۹ با تناوب آیش- گندم که کود شیمیایی و دامی نیز استفاده شده است. این نتایج بیانگر نقش تناوب زراعی و کاربرد مواد آلی در ترسیب کربن خاک می باشد.

خصوصیات خاک دارای تغییرات می باشد که تحت تاثیر خصوصیات ذاتی (فاکتورهای تشکیل خاک مانند مواد مادری خاک) و خصوصیات غیر ذاتی (مانند عملیات مدیریتی خاک، کود دهی، تناوب زراعی) قرار می گیرد (کوئین و زانک ۲۰۰۲؛ گادوین و مبلر ۲۰۰۳). بهبود کیفیت خاک، افزایش معنی دار درصد کربن آلی خاک که در نتیجه منجر به کاهش دی اکسید کربن آزاد شده به اتمسفر می شود (دوران، ۱۹۹۴). ترسیب کربن خاک روند انتقال دی اکسید کربن از اتمسفر به داخل خاک از طریق محصول باقی مانده و دیگر مواد جامد آلی است. این انتقال و یا ترسیب کربن کیفیت خاک و بهره وری زراعی بلند مدت را افزایش می دهد (بارال، ۲۰۰۷). این مطالعه نشان داد که در سیستم های زراعی که از تناوب و کودهای دامی استفاده می شود میزان ترسیب کربن افزایش می یابد. در اکوسیستم های زراعی، برآورد بیلان کربن که نشان دهنده، نسبت کربن ورودی به خاک (ترسیب) و انتشار یافته به جو می باشد (اسمیت، ۲۰۰۴) یکی از راهکارهای اساسی برای درک این موضوع است که آیا یک اکوسیستم زراعی در منطقه ای مشخص منبع دی اکسید کربن می باشد (توعین و کوچارین، ۲۰۰۹).

کندو و همکاران (۲۰۰۷) در آزمایش خود در خصوص ارتباط بین کربن اضافه و ذخیره شده در خاک در تناوب سویا- گندم در شرایط دیم مشاهده کردند که کاربرد کودهای غیر آلی در مقایسه با

تیمارهای بدون کود به دلیل تولید بیشتر زیست توده ریشه و بقایای گیاهی، سبب افزایش مقدار کربن آلی خاک و در نتیجه میزان ترسیب کربن گردید. برخی پژوهشگران نشان دادند که بین ترسیب کربن در مراتع نواحی خشک و عمق خاک رابطه مستقیم وجود دارد و بیشترین درصد کربن ترسیب شده در لایه ۰-۳۰ سانتی متری سطح خاک تجمع دارد (رایس، ۲۰۰۰).

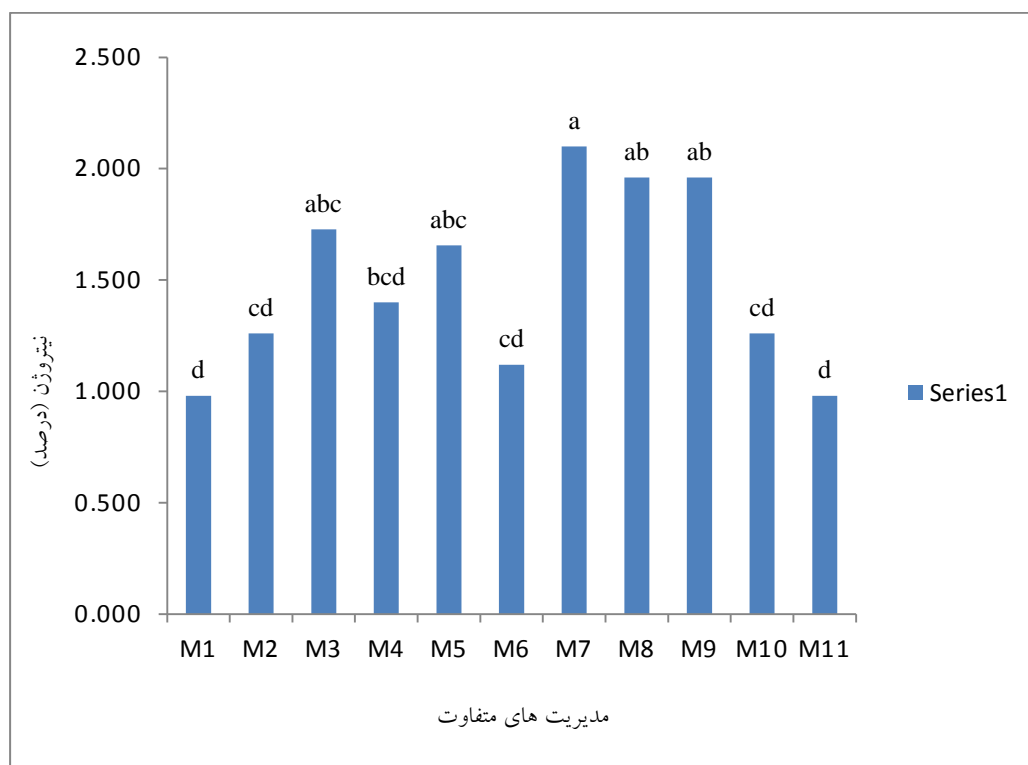
تمرتاش و همکاران (۲۰۱۲) پتانسیل ترسیب کربن در خاک درختچه های انار وحشی و گونه های بوته ای چند ساله و علفی یکساله مراتع جلگه ای میانکاله شهرستان بهشهر را ۲/۱۲،۷/۵ و ۲ تن در هکتار در سال برآورد کردند. این محققان خاطر نشان ساختند که ترسیب کربن خاک با درصد پوشش گیاهی، نوع گونه گیاهی، مقدار لاش برگ و بقایای گیاهی، نوع کاربری اراضی و مدیریت ارتباط دارد، به طوری که اگر در منطقه ای پوشش گیاهی خوب مستقر شود، در بلند مدت کربن آلی خاک افزایش می یابد.

اسکالپ و همکاران (۲۰۰۸) بیان داشتند که نوع و ترکیب گونه ها از طریق تاثیر در ورودی کربن به خاک، مقدار کربن و ترسیب کربن را تحت تاثیر قرار می دهد. بدین ترتیب، با توجه به پتانسیل بالای گونه های چند ساله در بهبود ترسیب کربن خاک به نظر می رسد که افزایش درصد چوبی شدن گونه ها و تفاوت های فیزیولوژیکی باعث افزایش پتانسیل ترسیب کربن این گونه ها در مقایسه با گیاهان زراعی شده است. بنابراین، به منظور بهبود پتانسیل ترسیب کربن خاک در بوم نظام های زراعی پیشنهاد می شود کاشت گونه های چند ساله در تناوب زراعی مد نظر قرار گیرد. با افزایش کربن آلی میزان ترسیب نیز افزایش می یابد. افزایش ترسیب کربن خاک بر افزایش کیفیت خاک، بر بهبود دانه بندی و پایداری خاک دانه ها تاثیر گذار بوده و از افزایش فرسایش خاک نیز جلوگیری می کنند. چرخه کربن در سطح خشکی ها به روابط متقابل بین گیاهان و خاک بستگی دارد. مدیریت کربن خاک به طور غیر مستقیم از طریق مدیریت پوشش گیاهی انجام می گیرد، لذا مدیریت اکوسیستم در استراتژی های ترسیب کربن، جایگاه ویژه دارد.

#### ۴-۱-۵- نیتروژن خاک

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول پیوست ۵) نشان داد که مدیریت زراعی سبب ایجاد اثر معنی داری بر صفت نیتروژن خاک شد.

مقایسه میانگین نتایج (شکل ۴-۵) نشان داد که تفاوت معنی داری بین مدیریت متفاوت نسبت به صفت نیتروژن خاک وجود دارد.



شکل ۴-۵ تاثیر مدیریت زراعی بر نیتروژن خاک مرحله رسیدگی

نتایج مقایسه میانگین شکل (۴-۵) نشان داد که در مدیریت ۷ میزان نیتروژن خاک ۲/۱۴ برابر نسبت به شاهد (آیش) بیشتر بود. به نظر می رسد در مدیریت های با کاربرد زیاد کود شیمیایی ۹ و ۸ و ۷ میزان نیتروژن از سایر مدیریت ها به مراتب بیشتر بوده است. به نظر می رسد در مدیریت ۱ با کاربرد کود دامی و مصرف کمتر کود شیمیایی میزان نیتروژن خاک به نسبت مدیریت های ۹ و ۸ و ۷ کمتر بوده و میزان کربن آلی خاک بالاتری دارند. با کاربرد توام کود دامی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد جداگانه

هر یک از آنها شرایط مناسب تری برای رشد و تولید گیاه فراهم گردیده است. بنابر این می توان با کاهش مقادیر کودهای شیمیایی و جایگزینی آنها با کود دامی ضمن تولید عملکرد دانه بیشتر، بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و کاهش آلودگی محیط که در راستای اهداف کشاورزی پایدار است گام برداشت.

ترسیب کربن به خاک علاوه بر کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در بهبود عملکرد گیاهان زراعی نیز می تواند موثر باشد. بطوریکه، بائر و بلاک (۱۹۹۴) گزارش نمودند که افزایش یک مگا گرم در هکتار ماده آلی خاک در سطح ۳ سانتی متری خاک، عملکرد دانه گندم را حدود ۱۵۶ کیلو گرم بهبود بخشید. آنها دلیل این افزایش را بهبود خصوصیات رطوبتی، تغذیه ای و ساختمانی خاک عنوان کردند. وست و مورلن (۲۰۰۲) اظهار داشتند که کود شیمیایی نیتروژن یکی از مهم ترین نهاده های دخیل در انتشار گازهای گلخانه ای در کشاورزی می باشد. همچنین با بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از مصرف کود نیتروژن گزارش نمودند که با افزایش مصرف کود نیتروژن میزان انتشار گازهای گلخانه ای افزایش یافت. رایت و هانس (۲۰۰۵)، نیز نتیجه گرفتند که عملیات مدیریتی مناسب اراضی زراعی باعث افزایش ترسیب کربن و نیتروژن در خاک می شود.

ساینجو و همکاران (۲۰۰۸) بیان نمودند که نگهداری بقایا در مزرعه و استفاده از کود دامی علاوه بر افزایش میزان ترسیب کربن نسبت، میزان ترسیب نیتروژن خاک را نیز بهبود بخشید. ایشان اظهار داشتند که برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، علاوه بر نیاز به ترسیب کربن و بهبود ماده آلی خاک، باید نیتروژن نیز ترسیب یابد تا از طرفی هزینه استفاده از کودهای شیمیایی کم شده و از طرف دیگر آبشویی نیتروژن و انتشار گاز  $N_2O$  کاهش یابد. راسل (۲۰۰۶) گزارش کرد که استفاده از کود شیمیایی هم به دلیل کوچک کردن نسبت C/N در بیوماس گیاه و هم به دلیل تحریک تجزیه کنندگان خاک و افزایش بیوماس میکروبی خاک، تجزیه را در خاک های کشاورزی سرعت بخشیده و موجب افزایش انتشار دی اکسید کربن از خاک می گردد. از طرفی گرین و همکاران (۲۰۰۵) گزارش

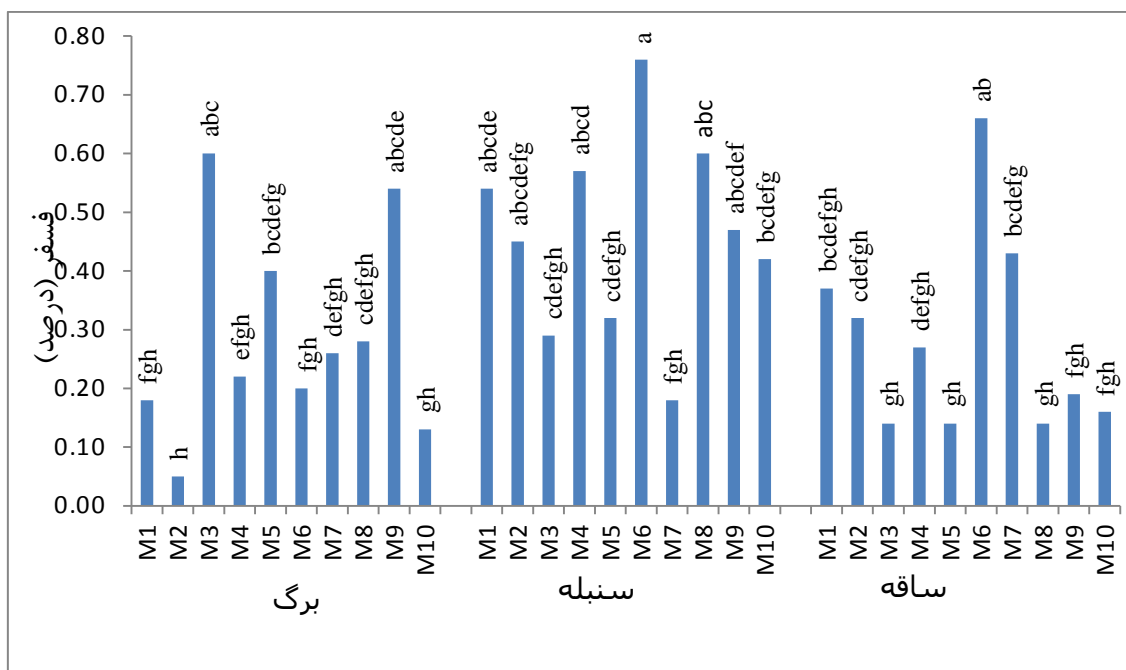
کردند که نیتروژن بر میزان تجزیه و انتشار دی اکسید کربن یا بی تاثیر است و یا حتی اثر منفی دارد. یوسفی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نمودند که پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از مصرف کود نیتروژن حدود سه برابر فسفر بود. گزارش ها نشان می دهد استفاده مداوم از کود های شیمیایی در خاک به علت تلغیظ بیشتر نمک در محلول خاک، از طریق کاهش قارچ و کرم های خاکی، میزان مواد آلی خاک را کاهش می دهد.

#### ۲-۴ نتایج حاصل از تجزیه گیاه

##### ۴-۲-۱- فسفر گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول پیوست ۶) نشان داد که مدیریت زراعی، مرحله رشد و اثر متقابل مدیریت ضرب در مرحله رشد سبب ایجاد اثر معنی داری بر صفت فسفر گیاه شد. شکل شماره ۴-۶ بیانگر میزان فسفر گیاه در مرحله ظهور سنبله در اندام برگ، سنبله و ساقه تحت شرایط مختلف مدیریت زراعی می باشد. نتایج نشان داد که محتوی فسفر گیاه در مدیریت شماره ۶ در اندام ساقه و سنبله گیاه بیشتر از سایر مدیریت ها می باشد. مزرعه شماره ۶ مزرعه ای است که در آن کودهای شیمیایی استفاده نشده و در مدیریت تغذیه ای گیاه فقط از کودهای دامی استفاده شده است. به نظر می رسد استفاده از کودهای آلی جذب فسفر در گیاه را تحریک کرده باشد.





شکل ۴-۶ تاثیر مدیریت زراعی بر میزان فسفر گیاه مرحله خوشه دهی

براسرد (۱۹۹۷) اظهار داشت که ورود مواد آلی به خاک باعث افزایش عناصر غذایی خاک و قابلیت جذب آن ها توسط گیاه، افزایش تعادل نیتروژنی و کارایی جذب فسفر می شود. همچنین کود دامی در بهبود خلل و فرج خاک و افزایش تحمل گیاه به فلزات سنگین موثر است که این شرایط می تواند در بهبود شرایط رشد و جذب عناصر غذایی موثر باشد.

مشیری و فتون (۱۳۸۰) گزارش نمودند بر همکنش فسفر و کود آلی بر جذب کل فسفر توسط گیاه اسفناج معنی دار و مثبت بود. به عقیده شریفی (۱۳۷۷)، افزایش میزان اسیدیته و املاح در محدوده ریشه مشکلاتی را برای گیاه به وجود می آورد که باعث کاهش میزان فسفر گیاه می شود. با کاربرد کود دامی، و پوسیده شدن کود دامی بر اثر فعالیت میکروارگانیسم های خاک مقدار زیادی اسیدهای آلی از جمله اسید هیومیک تولید می شود که در کاهش اسیدیته خاک نقش دارند که این موضوع سبب افزایش جذب و قابلیت دسترسی فسفر در خاک می شود. بر اساس تحقیقات شریفی وجود فسفر آلی در کود دامی که به تدریج معدنی شده و قابل جذب گیاه می شود در افزایش میزان جذب فسفر توسط گیاه موثر است در صورتی که جذب سطحی و رسوب فسفر با کاربرد مقادیر کمتر کودهای

شیمیایی باعث کاهش جذب این عنصر توسط گیاه گردید. گزارش‌ها نشان می‌دهد با اضافه شدن کود آلی در یک سیستم کشت، هوموس موجود در خاک باعث پوشاندن سطح ذرات رس شده و مانع تثبیت فسفر می‌گردد (ملکوتی، ۱۳۷۵). مدیریت بهتر کوددهی از طریق انجام آزمایشات خاک کشاورزی دقیق و به کارگیری مواد مغذی مناسب به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر می‌شود (بومن و لیمنز، ۱۹۹۵)

نتایج مطالعه یوسفی و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید ذرت ناشی از مصرف کود نیتروژن بیشتر از فسفر و آن هم بیشتر از پتاسیم بود. همچنین در هر سه نهاده مصرفی،  $CO_2$  بیشترین و  $N_2O$  کمترین میزان انتشار را دارا بودند. یوسفی و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید چغندر قند گزارش نمودند که نقش کود نیتروژن در انتشار گازهای گلخانه‌ای بیش از سه برابر فسفر بود.

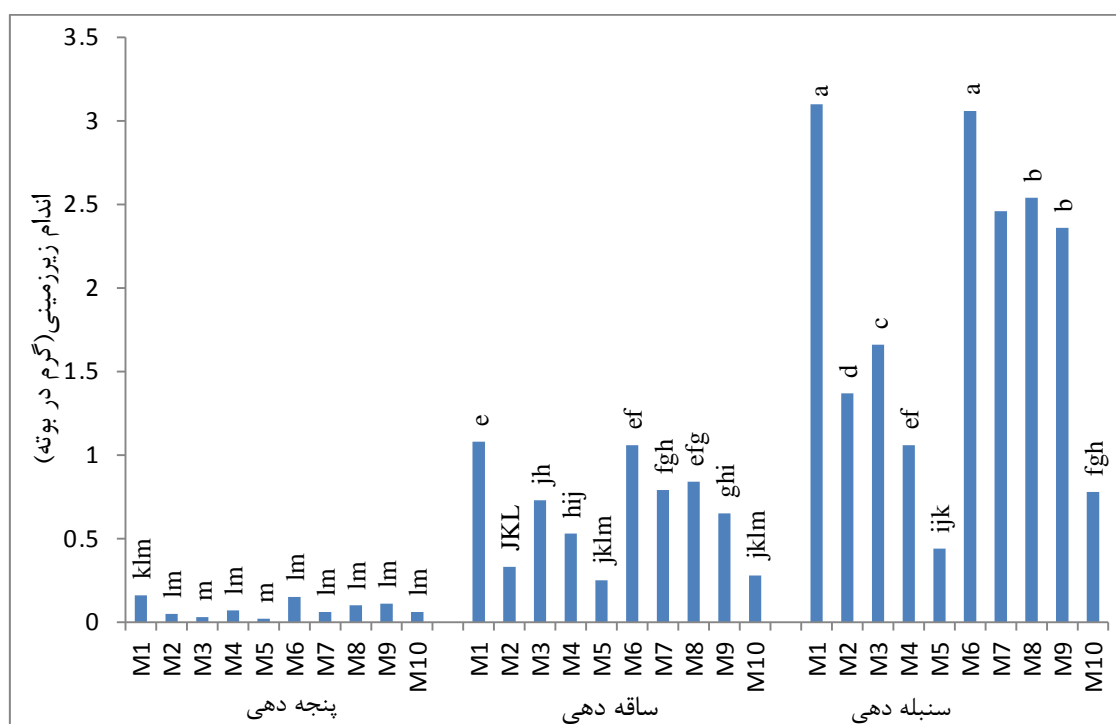
ژانک و همکاران (۲۰۱۴) نیز بیان نمودند که استفاده زیاد از سوخت‌های فسیلی و نهاده‌های شیمیایی در بوم نظام‌های زراعی رایج یکی از مهم‌ترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر و پتانسیل تشدید گرمایش جهانی محسوب می‌شود. دلال و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی تاثیر کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر انتشار گاز گلخانه‌ای متان در هند اظهار داشتند که با افزایش هر یک از این نهاده‌ها انتشار متان به عنوان مهم‌ترین گاز موثر در تشدید گرمایش جهانی به طور معنی‌داری افزایش یافت.

بلیونز (۱۹۸۳) بیان نمود در پایان یک دوره ۱۰ ساله میزان فسفر خاک در اثر بر گرداندن بقایای گیاهی ذرت نسبت به خروج آن افزایش یافت. افزایش فسفر خاک به ویژه در ابتدای دوره رشد گیاه موجب توسعه مناسب ریشه‌ها می‌شود و توسعه ریشه منجر به جذب بیشتر عناصر غذایی، آب و تولید گیاهچه‌هایی قوی می‌گردد.

#### ۲-۲-۴ اندام زیرزمینی (ریشه)

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول پیوست ۷) نشان داد که اثر اصلی مدیریت و مرحله رشد و همچنین اثر متقابل مدیریت \* مرحله رشد بر وزن اندام زیر زمینی گیاه معنی دار می باشد.

مقایسه میانگین نتایج (شکل ۴-۷) اثر متقابل مدیریت \* مرحله رشد نشان داد که تفاوت معنی داری بین مدیریت های متفاوت در مراحل رشد متفاوت نسبت به صفت اندام زیر زمینی گیاه وجود دارد.



شکل ۴-۷ تاثیر مدیریت زراعی بر بیومس اندام زیر زمینی

همانطور که انتظار می رود با افزایش زمان رشد و رسیدن به مرحله بلوغ گیاهی، بیومس ریشه گیاه نیز افزوده شد. شکل ۴-۷ بیانگر تفاوت هایی بین مدیریت های مختلف در هر مرحله از رشد می باشد. مدیریت های مزرعه ۱ و ۶ در هر مرحله پنجه دهی، ساقه دهی و خوشه دهی مقادیر بیشتری را از دیگر مدیریت ها نشان می دهند. اگر به مرحله خوشه دهی دقت شود مقدار بیومس ریشه گیاهان در مزارع ۱ و ۶ با اختلاف معنی داری در مقایسه با سایر مزارع بیشتر می باشد. افزایش بیشتر بیومس ریشه بیانگر افزایش بیشتر ترسیب گیاهی می باشد. این نتایج با نتایج پلارا و همکاران (۲۰۰۴)

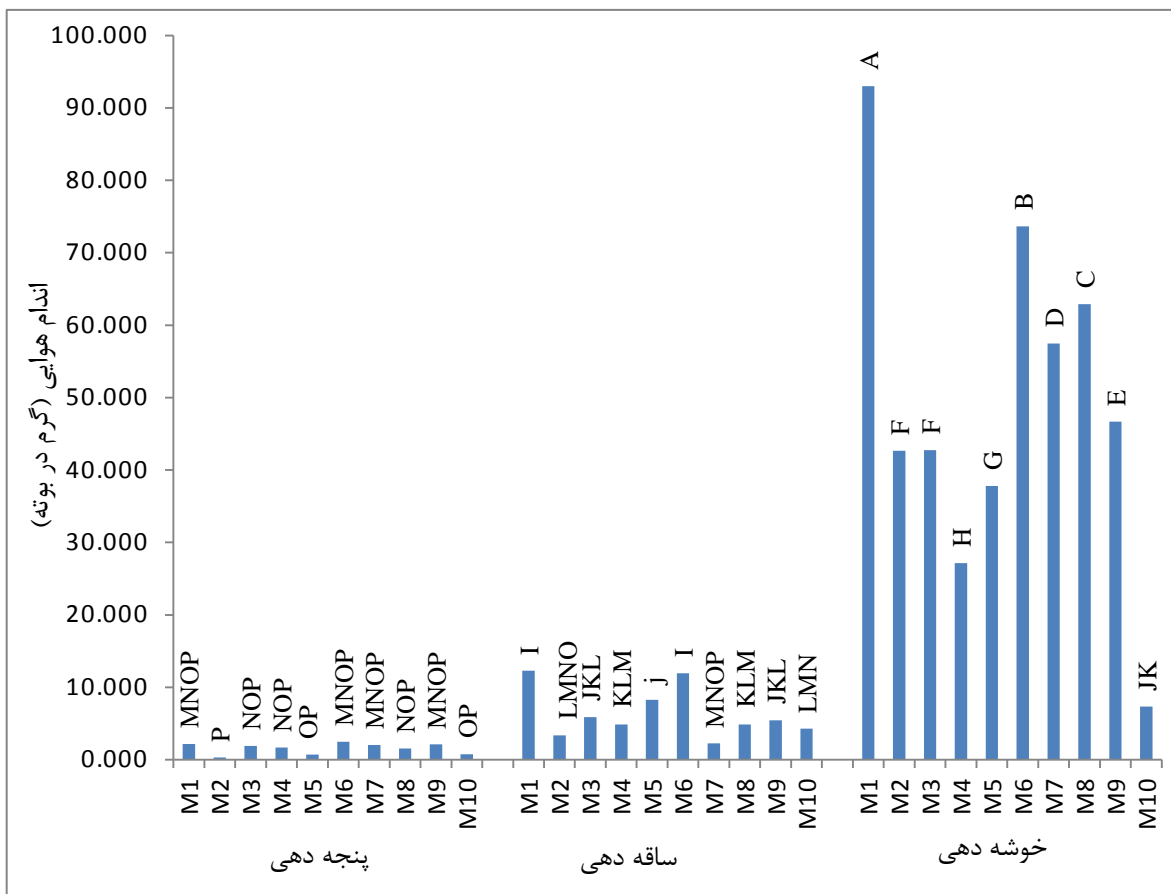
مطابقت دارد. با توجه به اینکه ریشه ها در مرحله پنجه زنی رشد کمتری داشته و در اوایل رشد است بنابراین این میزان کربن کمتری را ترسیب می کند. مقدار ریشه ها در مرحله خوشه دهی گیاه دارای بیومس بیشتری است و از لحاظ جثه و انتقال مواد غذایی و جذب کربن و همچنین اندازه ریشه در بالاترین حالت نسبت به مرحله پنجه زنی است. از آنجایی که افزایش بیومس معادل افزایش ترسیب کربن است در نتیجه میزان ترسیب کربن ریشه ها در مرحله خوشه دهی نسبت به پنجه زنی بیشتر است. اندام هایی که دارای بافت چوبی اند، از توانایی بیشتری در ترسیب کربن برخوردار بوده و هرچه نسبت اندام های چوبی در گیاه بیشتر باشد، توان آن در ترسیب کربن افزایش می یابد. ایندوفر (۲۰۰۲) نیز متفاوت بودن سهم اندام های گیاهی در ترسیب کربن و توانایی بیشتر اندام های چوبی در این فرآیند را تایید کرد. پلاراد و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که کاربرد کود شیمیایی و غیر آلی در زمین های کشاورزی نسبت به کاربرد کود آلی نقش بسیار کمتری در فعالیت میکروبی خاک دارد با وجود این که استفاده از کود شیمیایی موجب افزایش رشد گیاه می شود، اما سبب اثرات مضرى همچون افزایش بیش از حد نیتروژن و نترات خاک و کاهش تنوع زیستی و فعالیت جانوری درون خاک و همچنین ناپایداری ساختمان خاک هم می شوند. به نظر می رسد استفاده از کودهای دامی سبب رشد بیشتر ریشه در خاک مدیریت های ۱ و ۶ شده است. ترسیب کربن در گیاهان طی عمل فتوسنتز انجام می گیرد. گیاهان با جذب آب و املاح، دی اکسید کربن و مهار انرژی نورانی ساطع شده از خورشید طی فرآیند فتوسنتز به ترسیب کربن اتمسفری می پردازند و دی اکسید کربن را به کربوهیدرات تبدیل می کنند (بروکس، ۱۹۹۸). ویلیام (۲۰۰۲) ترسیب کربن در زیتوده گیاهی و خاک هایی که در این زیتوده هستند، را ساده ترین و ارزان ترین راهکار ممکن برای کاهش دی اکسید کربن اتمسفری بیان کرد. هوندا و ال (۲۰۰۰) معتقدند که بیشر روش های برآورد ترسیب کربن بر پایه اندازه گیری زیست توده استوار هستند.

وانی و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند که پتانسیل ترسیب کربن در منطقه فعال ریشه ۳۰-۰ سانتی متر بیش تر از دیگر مناطق است. کاسل و همکاران (۱۹۵۰) روش های مختلف خاک ورزی را

از طریق تاثیر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر استقرار گیاه، رشد ریشه و اندام‌های هوایی و در نهایت عملکرد محصول تاثیر گذار دانستند. نتایج جائو و همکاران (۲۰۰۷) و یانگ ژانگ (۲۰۰۷)، نشان دادند که میزان ترسیب در خاک بیشتر از بیوماس گیاهی است که این یافته با نتایج باجس (۱۹۹۶) که نشان داد بیشترین سهم کربن ترسیب شده به بخش خاک اختصاص یافته و خاک بزرگترین مخزن ذخیره کربن محسوب می شود مطابقت دارد. بارکر (۱۹۹۷) عنوان داشت به عنوان یک قاعده کلی، کربن موجود در خاک بیش از کربن موجود در بیوماس ریشه هاست. محمودی و همکاران (۱۳۸۶) و ورامش و همکاران (۱۳۸۹) لایه اول خاک ۰-۳۰ سانتی متری خاک را به عنوان لایه ای که بیشترین ظرفیت قابلیت ترسیب کربن را دارد معرفی کردند. با توجه به تراکم و حجم ریشه ها در عمق ۰-۳۰ سانتی متری و همچنین تاثیر لاشبرگ روی این عمق این موضوع قابل تفسیر است که عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری بیش ترین میزان ظرفیت ترسیب کربن را دارد.

#### ۳-۲-۴ اندام هوایی گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول پیوست ۸) نشان داد اثر اصلی مدیریت و اثر اصلی مرحله رشد گیاهی و همچنین اثر متقابل مدیریت \* مرحله رشد گیاهی بر صفت اندام هوایی گیاه معنی دار بود. مقایسه میانگین نتایج (شکل ۴-۸) حاصل از اثر متقابل مدیریت \* مرحله رشد نشان داد که تفاوت معنی داری بین مدیریت های متفاوت در مراحل رشد متفاوت نسبت به صفت اندام هوایی گیاه وجود دارد.



شکل ۴-۸ تاثیر مدیریت زراعی بر بیومس اندام هوایی گیاه

شکل ۴-۸ نشان می‌دهد که در مرحله خوشه دهی مدیریت شماره ۱ در بین همه مدیریت‌ها بیشترین بیومس اندام هوایی را به خود اختصاص داد، مطالعات یانگ ژانگ (۲۰۰۷) نیز نشان داد که میزان ترسیب کربن در بیوماس هوایی بیشتر از بیومس زیرزمینی است. در مرحله خوشه‌دهی مدیریت ۶ با کاربرد کود دامی میزان بیومس اندام هوایی ۱.۹۴ برابر بیشتر از مدیریت ۵ کاربرد کود شیمیایی به تنهایی می‌باشد. در مرحله پنجه‌دهی مدیریت ۶ با کاربرد کود دامی میزان بیومس هوایی ۱.۴ برابر بیشتر از مدیریت ۴ کاربرد کود شیمیایی کمتر می‌باشد. کوددهی باعث افزایش مواد آلی خاک و افزایش محصول و افزایش بیومس هوایی و در نتیجه افزایش سطوح ترسیب کننده گیاهی می‌گردد (سینگ، ۱۹۹۲).

گلچین و عسگری (۲۰۰۴) نشان دادند که بیوماس گیاهی در ترسیب کربن و کاهش سطح این گاز اتمسفری نقش فزاینده ای دارد و هر گونه اقدامی که باعث افزایش پوشش گیاهی گردد به طور غیر

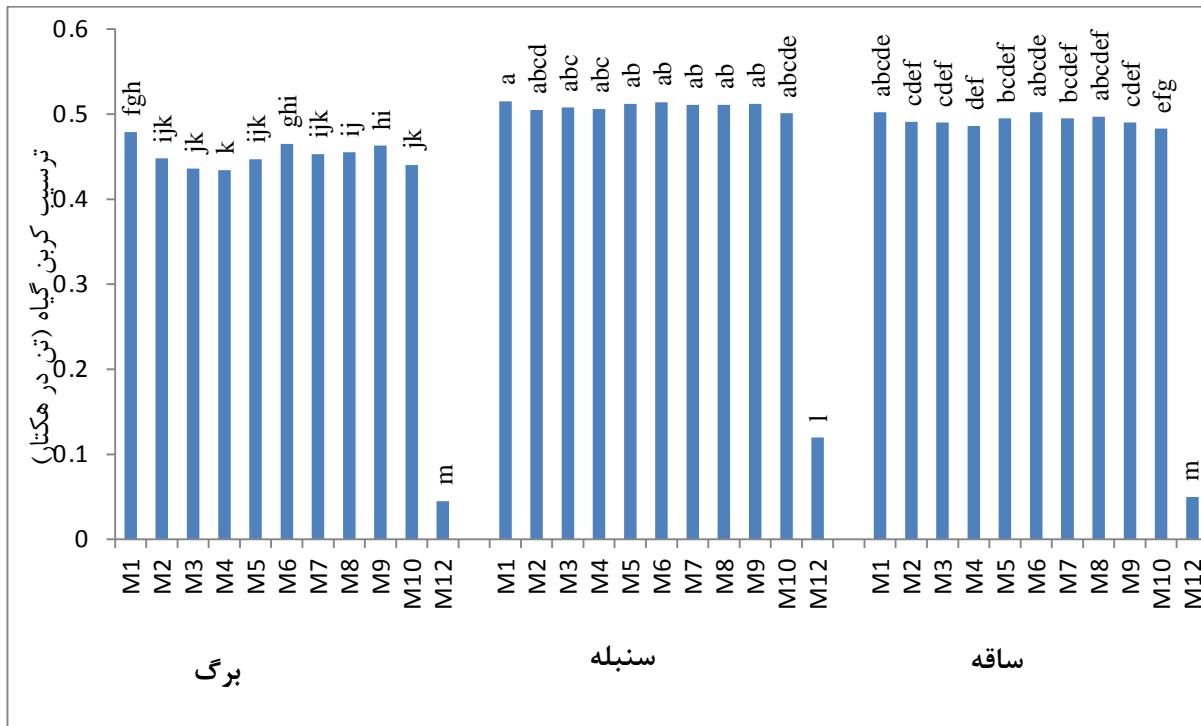
مستقیم در ترسیب کربن تاثیر گذار خواهد بود و همچنین افزایش بیومس گیاهی معادل افزایش ترسیب کربن می باشد. فابریزی و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده کردند تناوب هایی که در آنها از گندم یا ذرت استفاده شده بود بیشترین میزان کربن و تناوب هایی که از سویای دائمی استفاده کرده بودند کمترین مقدار کربن را به خود اختصاص داده بودند. میزان کربن آلی در بیومس هوایی بیش از بیومس زمینی می باشد، همچنین میزان چوبی شدن اندام هوایی بیش از اندام زیرزمینی می باشد. (عبدی، ۱۳۸۴؛ نقی پور برج و همکاران، ۱۳۸۸؛ لاکلاو، (۲۰۰۲) و ارادوتیر و همکاران، ۲۰۰۰) همخوانی دارد.

استل و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که حفاظت از خاک های آلی و مدیریت اراضی کشاورزی، برای افزایش ترسیب کربن خاک و حفظ تعادل کربن بسیار مهم و اساسی خواهد بود. منبع اصلی ماده آلی خاک بافت های گیاهی است. تحت شرایط طبیعی قسمت هوایی و ریشه گیاهان بومی، بوته، علف ها و دیگر گیاهان بومی سالانه، مقدار زیادی پس ماندهای آلی فراهم می آورند. گیاهان منبع اصلی کربن آلی خاک محسوب می شود که از تجزیه قسمت های هوایی گیاهان یا اندام های زیرزمینی مثل ریشه به وجود می آید. بقایای گیاهی از مهم ترین اشکال ورود مواد آلی به خاک هستند. گیاهان از طریق فتوسنتز، کربن را جذب ساختمان خود می کنند. باردواج و همکاران (۲۰۱۱)، میزان تولید خالص اولیه کربن در بخش هوایی گندم برای آمریکا را به طور میانگین حدود ۴/۵ مگا گرم کربن در هکتار در سال گزارش نمودند.

#### ۴-۲-۴ ترسیب کربن گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول پیوست ۹) نشان داد اثر اصلی مدیریت و اثر اصلی مرحله رشد گیاهی و همچنین اثر متقابل مدیریت \* مرحله رشد گیاهی بر صفت ترسیب کربن گیاه معنی دار بود.

مقایسه میانگین نتایج (شکل ۴-۹) اثر اصلی مدیریت بر ترسیب کربن در بخش‌های مختلف گیاهی در مرحله خوشه دهی نشان داد که تفاوت معنی داری بین مدیریت‌های متفاوت در مراحل رشد متفاوت نسبت به صفت ترسیب کربن گیاه وجود دارد.



شکل ۴-۹ تاثیر مدیریت زراعی بر ترسیب کربن گیاه مرحله خوشه

شکل ۴-۹ نشان می‌دهد که ساقه و خوشه گیاهان گندم میزان ترسیب بیشتری را در مقایسه با برگ‌های گندم دارند. این شکل همچنین نشان می‌دهد که مدیریت شماره ۱ در بین همه مدیریت‌های دیگر میزان ترسیب کربن بیشتری را به خود اختصاص داد، هر چند که این اختلاف معنی دار نبود در اندام گیاهی خوشه در مدیریت شماره ۱ با کاربرد تناوب گندم-پياز و در شرایط گندم آبی میزان ترسیب کربن (۴/۲) برابر مدیریت شماره ۱۲ (دیم) با کاربرد تناوب کاه و کلش و شرایط گندم دیم می‌باشد. همچنین میزان ترسیب کربن در اندام گیاهی ساقه در مدیریت ۶ به نسبت مدیریت‌های ۷ و ۹ بیشتر می‌باشد که با نتایج فابریزی و همکاران در ارتباط با تناوب مطابقت داشت. نتایج نشان داد میزان ترسیب کربن در اندام گیاهی برگ در مدیریت ۶ با کاربرد کود دامی (۱/۰۵۶)



برابر بیشتر از مدیریت ۱۰ عدم مصرف کود می‌باشد. که با نتایج کندو و همکاران (۲۰۰۷) در ارتباط با کود آلی مطابقت داشت. کمترین میزان ترسیب کربن مربوط به برگ‌ها و بیشترین مقدار آن در سنبله بود. که با نتایج جائو و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت. به نظر می‌رسد که کاهش ضریب تبدیل در برگ‌ها به علت پایین بودن مواد معدنی در آنها می‌باشد. همچنین علت بالا بودن ضریب تبدیل در خوشه‌ها احتمالاً میزان کم آب در این اندام می‌باشد. هر چه نیروی تولید بیومس هوایی و زیر زمینی در گونه‌ها، مزارع، رویشگاه‌های مختلف بیشتر باشد ذخیره کربن در پیکره گیاه و خاک نیز بیشتر می‌شود و در نتیجه قابلیت انتقال کربن به خاک نیز افزایش خواهد یافت. در صورتی که کارایی و سرعت عوامل منجر به تجزیه و هدر رفت کربن از گیاه و خاک کمتر باشد بقایای کربن ذخیره شده در اکوسیستم بیشتر شده و مقدار ترسیب کربن افزایش خواهد یافت. تولید خالص اولیه مجموع کربن تثبیت شده در اندام‌های هوایی و زیر زمینی گیاه می‌باشد که در صورت حفظ آن در خاک می‌تواند باعث کاهش انتشار دی‌اکسید کربن به اتمسفر شود. تعیین میزان تولید خالص اولیه گیاهان از یک طرف می‌تواند نشان دهنده میزان تولید زیست توده گیاه و از طرف دیگر برآوردی از میزان دی‌اکسید کربن جذب شده از اتمسفر باشد. با توجه به تاثیر مدیریت نظام‌های زراعی بر میزان تولید و انتشار دی‌اکسید کربن به اتمسفر، چنین به نظر می‌رسد که نظام‌های زراعی که بتوانند میزان دی‌اکسید کربن کمتری را به اتمسفر انتشار دهند و از طرف دیگر، تولید زیست توده بالاتری داشته باشند، می‌توانند به عنوان راهکاری پایدار برای کاهش غلظت دی‌اکسید کربن در آینده مد نظر قرار گیرند (خرم دل، ۲۰۱۰).

خرم دل (۲۰۰) بیان داشت برآورد ضرایب نسبی تسهیم کربن به اندام‌های مختلف، می‌تواند سهم هر یک از اندام‌های گیاهی را از میزان دی‌اکسید کربن جذب شده برآورد و تعیین کند و با توجه به مقدار بقایای برگشت داده شده به خاک از طریق اندام‌های مختلف می‌توان میزان ترسیب کربن توسط هر محصول را برآورد کرد، بنابر این گونه‌های مختلف و همچنین اندام‌های متفاوت، دارای ضریب تبدیل متفاوتی می‌باشند. به عنوان مثال بردبار (۲۰۰۶) با بررسی میزان ترسیب کربن در

جنگلکاری مناطق غربی استان فارس، برای اندام‌های مختلف ضریب تبدیل متفاوتی را گزارش کرد. فروزه و همکاران (۲۰۰۸) با مقایسه توان ترسیب کربن سه گونه گل آفتابی، ساه گینه و درمنه دشتی در مراتع دشت گربایگان فسا بیان نمودند که این گونه‌ها به لحاظ فراوانی حضور در منطقه دارای نقش اصلی در ترسیب کربن در منطقه می‌باشند. در بین گونه‌های مذکور، درمنه دشتی بیشترین تاثیر را در ترسیب کربن آلی در خاک داشت.

بولیندر و همکاران (۲۰۰۷) میانگین میزان ورودی کربن توسط گندم در کشور کانادا را حدود ۱۳۷ گرم کربن در متر مربع در سال برآورد کردند که این میانگین برای کشور ایران در گندم حدود ۷۴ گرم کربن در متر مربع در سال برآورد گردید. همچنین اظهار داشتند که کشت گیاهان گندم و جو در مناطق خزری و سرد کوهستانی نسبت به مناطق گرم- خشک و گرم- مرطوب، کربن بیشتری را در واحد سطح وارد خاک می‌کنند. پست (۲۰۰۰)، میزان ترسیب کربن را با خصوصیات رشد گونه‌های گیاهی و شیوه‌های مدیریت، نوع عملیات احیائی، کاربری اراضی و شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک مرتبط می‌داند. به همین دلیل در بسیاری پروژ ه های ترسیب کربن، با اعمال مدیریت صحیح در جهت افزایش پوشش گیاهی، استفاده از گونه‌های چند ساله پر تولید، اصلاح و احیا اراضی، جلوگیری از فرسایش آبی و بادی تشدید شونده، جلوگیری از چرای مفرط دام‌ها، بوته‌کشی، آتش‌سوزی و در یک کلام جلوگیری از کاهش توان بیولوژیک سرزمین می‌توان گام‌هایی برداشته شود. هر گونه تلاش در جهت افزایش پتانسیل بیولوژیک اراضی و بازگرداندن ظرفیت‌های از دست رفته، گامی در جهت مدیریت ترسیب کربن به شمار می‌رود. جهت افزایش ترسیب کربن، گزینه کاربردی مدیریت اکوسیستم باید بر سه محور خاک، زیست توده و لاشبرگ استوار باشند. با توجه به اینکه دستکاری و اعمال تغییرات در خاک و لاشبرگ معمولاً به طور مستقیم میسر نیست، بنابراین ابزار مدیریتی مستقیم بر تغییرات زیست توده متمرکز می‌گردد. به همین سبب در بسیاری از پروژه‌های ترسیب کربن، با اعمال مدیریت صحیح اکولوژیکی در جهت افزایش زیست توده گیاهی و جلوگیری از کاهش توان بیولوژیک سرزمین گام برداشته می‌شود. (عبدی، ۱۳۸۷).

#### ۴-۳ نتیجه گیری

استفاده بیش از حد از منابع سوخت‌های فسیلی، تغییر کاربری اراضی و گسترش روز افزون فعالیت‌های صنعتی سبب شده است تا تغییرات گسترده‌ای در شرایط آب و هوایی زمین به وجود آید. انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از مدیریت منابع کودی مختلف در نظام‌های تولید گیاهان زراعی نشان داد که کاربرد کود شیمیایی نیتروژن منبع اصلی تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای به خصوص دی‌اکسید کربن و اکسید نیتروژن به اتمسفر محسوب می‌شود. با توجه به اصول حاکم بر کشاورزی پایدار مبنی بر کاهش نهاده‌های خارجی همچون کود شیمیایی و تکیه بیشتر بر منابع داخلی مزرعه، نتایج این تحقیق نشان داد برخی مدیریت‌های زراعی مانند استفاده زیاد از کودهای شیمیایی و کاهش مصرف کودهای آلی می‌توانند سبب تشدید پتانسیل گرمایش جهانی شود. لذا از آنجا که مصرف نیتروژن و سایر نهاده‌های شیمیایی نقش مهمی در تشدید پتانسیل گرمایش جهانی و تغییر اقلیم دارد و تولیدات کشاورزی عمدتاً بر پایه مصرف این نهاده‌های شیمیایی انجام می‌شود می‌توان با مصرف نهاده‌های آلی و کاربرد کمتر کودهای شیمیایی و مسئله حبس نمودن کربن به عنوان یک راهکار برای کاهش گازهای گلخانه‌ای و از روش‌های با صرفه اقتصادی برای رسیدن به اهداف سیاست‌های کلان و توسعه و حفاظت در برابر تغییر جهانی اقلیم و در راستای کشاورزی پایدار گامی مثبت برداشت. نتایج این تحقیق در ترویج کشاورزی پایدار و افزایش سلامت و کیفیت خاک کاربرد دارد.



#### ۴-۴ پیشنهادات

۱- بررسی سیستم های مختلف زراعی از نظر تولید CO<sub>2</sub> و ترسیب کربن

۲- بررسی توانایی گیاهان مختلف زراعی در ترسیب کربن

۳- بررسی خاک های مختلف مناطق ایران از نظر پتانسیل ترسیب کربن



# پیوست ها

جدول پیوست ۱- تجزیه واریانس ( میانگین مربعات) داده های تاثیر مدیریت زراعی بر جرم مخصوص ظاهری خاک در مرحله رسیدگی

منابع تغییرات	df	جرم مخصوص ظاهری
مدیریت	۱۰	.۱۲۸**
خطا	۲۲	.۳۲
درصد ضرایب تغییرات		۱۳/۲۳

\*\* معنی داری در سطح ۰.۰۱



جدول پیوست ۲- تجزیه واریانس ( میانگین مربعات ) داده های تاثیر مدیریت زراعی بر تنفس خاک در مرحله رسیدگی

منابع تغییرات	df	تنفس خاک
مدیریت	۱۰	.۳۶۱**
خطا	۲۲	.۱۷
درصد ضرایب تغییرات		۲۰/۳۱

\*\* معنی داری در سطح ۰.۰۱

جدول پیوست ۳- تجزیه واریانس ( میانگین مربعات) داده های تاثیر مدیریت زراعی بر کربن آلی خاک در مرحله رسیدگی

منابع تغییرات	df	کربن آلی خاک
مدیریت	۱۰	۰/۶۶۹**
خطا	۲۲	۰/۰۴۷
درصد ضرایب تغییرات		۲۳/۰۴

\*\* معنی داری در سطح ۰.۰۱

جدول پیوست ۴- تجزیه واریانس ( میانگین مربعات) داده های تاثیر مدیریت زراعی بر ترسیب کربن خاک در مرحله رسیدگی

منابع تغییرات	df	ترسیب کربن خاک
مدیریت	۱۱	۰/۱۸۴**
خطا	۲۴	۰/۰۰۵
درصد ضرایب تغییرات		۱۷/۹۵

\*\* معنی داری در سطح ۰.۰۱

جدول پیوست ۵- تجزیه واریانس ( میانگین مربعات) داده های تاثیر مدیریت زراعی بر ازت خاک در مرحله رسیدگی

منابع تغییرات	df	ازت خاک
مدیریت	۱۰	۰/۶۷۱**
خطا	۲۲	۰/۱۳۵
درصد ضرایب تغییرات		۲۳/۵۷

\*\* معنی داری در سطح ۰.۰۱

جدول پیوست ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) داده های تاثیر مدیریت زراعی بر فسفر گیاه در مرحله خوشه دهی

منابع تغییرات	df	فسفر
مدیریت	۹	۰/۰۶۶۸۱۸۴۰**
خطا	۲۰	۰/۰۰۲۷۲۸۳۳۳
مرحله	۲	۰/۳۰۴۸۱۰۲۸**
مدیریت * مرحله	۱۸	۰/۱۰۰۳۳۹۶۰**
تکرار*مرحله	۴	۰/۰۰۳۸۵۱۵۳ <sup>ns</sup>
خطا کل	۳۶	۰/۰۰۳۹۱۱۸۷

ns غیر معنی داری، \* معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵، \*\* معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱

جدول پیوست ۷- تجزیه واریانس ( میانگین مربعات) داده های تاثیر مدیریت زراعی بر اندام زیر زمینی گیاه

منابع تغییرات	df	اندام زیرزمینی گیاه
مدیریت	۹	۱/۰۵۴۴۷۱۷۳**
خطا	۲۰	۰/۰۳۸۶۸۲۲۲
مرحله	۲	۲۶/۹۴۹۰۴۳۳۳**
مدیریت * مرحله	۱۸	۰/۸۶۱۱۹۰۲۵**
تکرار* مرحله	۴	۰/۰۹۷۱۴۶۶۷ <sup>ns</sup>
خطا کل	۳۶	۰/۰۳۰۵۵۸۴۰

ns غیر معنی داری، \* معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵، \*\* معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱

جدول پیوست ۸- تجزیه واریانس داده های (میانگین مربعات) تاثیر مدیریت زراعی بر اندام هوایی گیاه

منابع تغییرات	df	اندام هوایی گیاه
مدیریت	۹	۶۷/۶۴۷۷۱۵**
خطا	۲۰	۲/۴۹۶۶۴۲۸
مرحله	۲	۲۲۸۶/۸۱۶۲۳۰**
مدیریت * مرحله	۱۸	۶۵/۱۱۰۷۲۵**
تکرار*مرحله	۴	۲/۸۳۹۴۵۵ <sup>ns</sup>
خطا کل	۳۶	۳/۲۶۴۵۷۴

<sup>ns</sup> غیر معنی داری، \* معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵، \*\* معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱

جدول پیوست ۹- تجزیه واریانس داده های (میانگین مربعات) تاثیر مدیریت زراعی بر ترسیب کربن گیاه

منابع تغییرات	df	ترسیب کربن گیاه
مدیریت	۱۰	۰/۱۴۰۲۷۱۵۷**
خطا	۲۲	۰/۰۰۰۱۳۷۰۸۰۹
مرحله	۲	۰/۰۳۰۹۳۲۵۸** ...
مدیریت * مرحله	۲۰	۰/۰۰۰۳۶۲۷۳**
تکرار* مرحله	۴ ..	۰/۰۰۰۰۸۱۴۲ <sup>ns</sup>
خطا کل	۴۰	۰/۰۰۰۱۳۳۳۳

ns معنی داری، \* معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵، \*\* معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱



# منابع

امیراصلانی، ف. ۱۳۸۲. ترسیب کربن در اراضی بیابانی، جنگل و مرتع ۶۲: ۷۶-۷۱.

آذر نیوند، ح.، جنیدی جعفری، ح.، زارع چاهوکی، م. ع.، جعفری، م.، و نیکو، ش. ۱۳۸۸. بررسی اثر چرای دام بر ترسیب کربن و ذخیره ازت در مراتع با گون درمنه دشتی در استان سمنان. مرتع، ۴: ۵۹۰-۶۱۰.

حق دوست، ن.، اکبری نیا، حسینی، س. م.، ورامش، س. ۱۳۹۱. تاثیر جایگزینی جنگل های تخریب یافته شمال با جنگلکاری بر حاصلخیزی و ترسیب کربن خاک. محیط شناسی ۳۸(۳)، ۱۴۶-۱۳۵

خرم دل، س.، ع. کوچکی، م. نصیری محلاتی، ر. خراسانی، ۱۳۸۹. اثر مدیریت نظام های زراعی بر تولید خالص اولیه و ضرایب نسبی تسهیم کربن در گیاه ذرت. بوم شناسی کشاورزی، ۲(۴): ۶۸۰-۶۶۷

خرم دل، س.، ع. کوچکی، ا. ابراهیمیان، ۱۳۹۲. ترسیب کربن راهکاری پایدار برای تخفیف اثرات تغییر اقلیم. دومین همایش ملی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست. ارومیه. صفحه ۳۰۹.

خادمی، ز. الفتی، م. و داودی، م. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر مصرف کود های شیمیایی و آلی بر خصوصیات خاک در تناوب گندم و ذرت. مقالات کوتاه هفتمین کنگره علوم خاک ایران

رحیم زاده و، نوید، ح. ۱۳۹۰. اثر روش های مختلف خاک ورزی بر خواص خاک رسی و عملکرد گندم در تناوب با نخود در شرایط دیم. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد دو، شماره یکم

رضایی نژاد، ی و افیونی، م. ۱۳۷۹. اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، جذب عناصر به وسیله ذرت و عملکرد آن. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی جلد چهارم، شماره چهارم ۲۷-۱۹.

رفیعی، ب.، لشنی زند، م. و شاهرخوندی، س. م.، ۱۳۹۰. تاثیر عملیات مکانیکی و احیایی آبخیزداری در ترسیب کربن به منظور اصلاح تغییرات اقلیمی . پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد خرم آباد، ۶۵ص.

صالحی، ف، بحرانی، م.، کاظمینی، س. ع.، پاک نیت، ح و کریمیان، ن، ۱۳۹۰. تاثیر مقادیر بقایای گندم و کود نیتروژن بر برخی ویژگی های خاک مزرعه در زراعت لوبیا. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۵۵: ۲۰۹-۲۱۸.

عبدی، ن، ۱۳۸۷. برآورد ظرفیت ترسیب کربن در گون زارهای استان مرکزی (مطالعه موردی منطقه ملیمیر شهرستان شازند) فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۵، شماره ۲، صفحه ۲۸۲-۲۶۹.

عظیم زاده، س، م.، کوچکی، ع.، بالا، م. ۱۳۸۶. بررسی اثر روش های مختلف شخم بر وزن مخصوص ظاهری، تخلخل، رطوبت خاک و عملکرد گندم در شرایط دیم، مجله علوم زراعی ایران ۴ (۳) ۲۲۴-۲۰۹.

کوچکی، ع.، م. جامی الاحمدی، ب. کامکار، ع. م. مهدوی دامغانی، ۱۳۸۰. اصول بوم شناسی کشاورزی. جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول. ۴۷۰ صفحه.

گلچین و عسکری ح، ۱۳۸۳. تغییر تعدادی از ویژگی های خاک تحت تاثیر عملیات کشت، مجموعه مقالات نهمین کنفرانس خاک ایران ، موسسه حفاظت خاک و آبخیزداری صفحه های ۱۴۵-۱۴۶.

لویمی، ن، صفوی، م.، حیدپور، ن. ۱۳۹۰. مقایسه تاثیر روش های بی خاک ورزی، کم خاک ورزی و خاک ورزی مرسوم بر عملکرد گندم در زمین دارای سنگلاخ منطقه، کم خاک ورزی و خاک ورزی مرسوم بر عملکرد گندم در زمین دارای سنگلاخ منطقه گرمسیری. نشریه ماشین های کشاورزی، جلد یک، شماره دوم، صفحات ۱۱۰-۱۲۱.

فلاحی، ح.ر. ۱۳۹۲. مطالعه تنوع گیاهی و به کار گیری مدل RothC جهت برآورد توان ترسیب کربن خاک بوم نظامی یازسازی شده، تحت دو سناریوی اقلیمی متفاوت. نشریه آب و خاک، ۲۷(۳): ۶۶۸-۶۵۶.

فلاحی، ح. ر.، ز. سعیدی، ۱۳۹۲. به کار گیری کشاورزی دقیق جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار در بخش کشاورزی پروژه کارشناسی دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند

مرادی، ح.، میرنیا، س. و شادی، ل، ۱۳۸۷. بررسی اثر شدت چرا بر خصوصیات خاک در مراتع بیلاقی چرند در استان کردستان. مجله تحقیقات مرتع و بیابان، ۱۵ (۳): ۳۸۷-۳۶۹.

محمدی، خ.، نبی الهی، ک، آقا علیخانی، م.، خرما، ف. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر روش های مختلف خاک ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم و اجزای عملکرد گندم. مجله پژوهش های تولید گیاهی، جلد شانزدهم، شماره چهارم.

محمودی طالقانی، ع، زاهدی امیری، ق، عادل، ا، وثاقت طالبی، خ. ۱۳۸۵. برآورد ترسیب کربن در لایه های خاک جنگل های تحت مدیریت. مجله تحقیقات جنگلی و صنوبر ایران. ۱۵(۳): ۲۴۱-۲۵۲.

مشیری، ف و مفتون، م ۱۳۸۰. تاثیر کمپوست و کود مرغی با یا بدون فسفر بر رشد و ترکیب شیمیایی اسفناج. مقالات کوتاه هفتمین کنگره علوم خاک ایران.

ملکوتی، ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد یا بهینه سازی مصرف کود در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ۷۹۰ صفحه.

مرادی، ر. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر روش های خاک ورزی، مدیریت بقا و کاربرد کود نیتروژن بر بیلان گازهای گلخانه ای در کشت ذرت و ارائه رهیافت های سازگاری به تغییر اقلیم. پایان نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

موسوی بوگر، ا.، جهانسوز، م.، مهرور، م.، حسینی پور، ر.، مددی، و. ۱۳۹۱. بررسی ویژگی های فیزیکی خاک و عملکرد ارقام گندم آبی تحت تاثیر سیستم های مختلف خاک ورزی، مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد هشتم، شماره دوم، صفحات ۲۰-۱۱.

نیشابوری، ع. ۱۳۸۸. اکولوژی عمومی. انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران. چاپ دوم.

ورامش، س. حسینی، م. و عبدی، ن. ۱۳۸۹. اثرهای جنگلکاری در افزایش ترسیب کربن و بهبود برخی ویژگی های خاک مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران، سال ۲، شماره ۱، صفحه ۲۵-۳۵.

**Abdi, M.M., and Amer W.M. 2003.** Soil vegetation relationships in a coastal desert plain of southern Sinai, Egypt. *Journal of Arid Environments*, 55:607-628.

**Abdi N, Maadah Arefi H and Zahedi Amiri GH, 2008.** Estimation of Carbon Sequestration in Astragalus Rangelands of Markazi Province (Case Study: Malmir Rangeland in Shazand Region), *Iranian Journal of Range and Desert Research* 15(2): 269-282.

**Allard, V., Soussana, J.F., Falcimagne, R., Berbigier, P., Bonnefond, J.M., Ceschia, E., Dhour, P., Henault, C., Laville, P., Martin, C. and Pinare s-pation, C. 2007.** The role of grazing management for the net biome productivity and greenhouse gas budget of semi-natural grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121:47-58.

**Alami MH. 1360.** Soil and Water (Translation). The first edition of Tehran University Press, issue 1792.

**Alanl,W.,FrankM,H.2005.**Tillage impacts on soil aggregation and carbon and nitrogen sequences. Soil and Tillage Research.84:67-75.

**Alcamo,j.,Ash,N.j.,Butler,C.D.,Callicott,j.B.,capistrano,D.,Carpenter,S.,castilla,J. C.,Chamber,R.,Chopra,k.,Cropper,A.,DailyG.,Dasgupta,p.Groot,R.,Dietz,T.,DUR AIAPP H.,A.K.,Gadgil,m.and Hamilton,k.2003.**Ecosystem and Human Well being:aframework for assessment.Island press.247p.

**Anderson,J.P.E. 1982.** Method soil Analysis chemical and Micro Biological Peroperties, American Society of Agronomy,,PP:831-871.

**Anger,D.A.,Samson,n.and legereA.1993.**Mechangesin Water-stable aggregation induced by rotation and tillage in a soil under barely . Soil sci,73:51-59.

**Aradottir, A., Savarsdottir, L., Kristin. H., Jonsson, P. &Gudbergsson, G. 2000.** Carbon accumulation in vegetation and soils by reclamation of degraded areas. Icelandic Agricultural Sciences 13: 99-113.

**AyoolaoT, Adeniyah ON.2004.**Influence of poultry manure and NPKfertilizer on yield and yield components of crops underdifferent cropping Systems in South West Nigeria.Afr.J.Biotechnol. 5(15):1384-1392.

**Bauer,A.andBlak,AL.1994.** Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil Science Society of America journal. 58.185-193.

**Barral M, Bujan E, Devesa R, Iglesias M, and Velasco-Molina M. 2007.** Comparison of the structural stability of pasture and cultivated soils. Science of the Total Environment Volume, 378: 174–178.

**Batalha M.A., and Martins F.R. 2004.** Floristic, frequency and vegetation life-form spectra of a Cerrado site. *Brazilian journal of Biology*, 64(2):203-209.

**Barancikova, Halas, j., Guttekova, M., Makovnikova, j., Navakova, M., Skalsky, r. and Tarasovicova, Z. 2010.** Application of RothC model to predict soil organic carbon dioxide by chemically accelerated mineral carbonation. *Materials Letters*, 64:702-704.

**Batjes NH. 1996.** Total C and N in soils of the world. *Eur. J. Soil Sci.* 47: 151–163.

**Bauer, A. and Blak, AL. 1994.** Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. *Soil Science Society of America journal.* 58:185-193.

**Bhardwaj, A.K., Jasrotia, P., Hamilton, S.K., and Robertson, G.P. 2011.** Ecological management of intensively cropped agro-ecosystems improves soil quality with sustained productivity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 140:419-429.

**Bolinder, M.A., Janzen, H.H., Gregorich, E.G., Angers, D.A., and VandenBygaart, A.J. 2007.** An approach for estimating net primary productivity and annual carbon inputs to soil for common agricultural crops in Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118: 29-42.

**Bordbar, K & S. Mortazavi Jahromi. 2006.** Study of forest Carbon storage capacity of Eucalyptus and Acacia province Fars. *Iranian Journal of Pajouhesh and Sazandegi*, 7: 95-103. (In Persian) 11.

**Bremner J.M and Mulvaney, C.S. 1982.** Nitrogen total. Pp:595-624. In: page AL. (ed) *Methods of soil Analysis. part 2. chemical Analysis.* ASA and SSSA., Madison, WI.

**Brooks, R. 1998.** Carbon Sequestration what's that? *Forest Management* 32:2-4

**Brussard, L., Ferrera- Cenato, R. 1997.** Soil ecology in sustainable agricultural systems. New York: Lewis publishers, U. S. A. 168 P.

**Blevins, R. I., G. W. Thomas, M. S., & W. W. Smith, 1983.** Changes in soil properties after 10years continuous no tilled and conventionally tilled corn. Soil Tillage Res. 3:135-146.

**Bouwman AF and Leemans R, 1995.** The role of forest soils in the global carbon cycle. In Carbon Forms and Functions in Forest Soils (edsMcFee, W. W. and Kelly, J. M.), SSSA, Madison,WI. 503–526.

**Burke, I.C., W.K. Laurenroth, D.G., Milchunas, 1997.** Biogeochemistry of Managed Grasslands in CentralNorth America. In: Paul, E. A., K. Paustian, E.T. Elliott & C.V. Cole (Eds.), Soil Organic Matter inTemperate Agro ecosystems: Long-term Experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL, 85–102.

**Campbell,C.A.,1967.**the applicability of the arbon-dating method in soil humus studies. Soil Science, 104:217-224.

**Campbell CA, Bowren KE, Schnitzer M.1986.** Effect of crop rotations andfertilization on soil biochemical properties in a thick Black Chernozem. Can J SoilSci.

**Caravaca F., and Roldan A. 200۴.** Effect of *Eiseniafoetida* earthworms on mineralization kinetics, microbialbiomass, enzyme activities, respiration and labile C fractions of three soils treated with a composted organicresidue. Biology and Fertility of Soils, 38: 45–51.



**Cannel, M.; Dewar R. C.; and Thornley, J. H. M .1992.** Carbon flux and storage in European forests. In: Teller, A, Mathy, P, Jeffers, J. N. R (Eds), Responses of Forest ecosystems to Environmental Changes. Elsevier. New York, pp. 256-271.

**Cassel, D.K. 1950.** Tillage effect on soil bulk density and mechanical impedance. In Predicting Tillage Effects on Soil Physical Properties and Processes, eds. P.W. Unger and D.M. Van Doran Jr. Madison. W.I: American Society of Agronomy, Pp: 55-67.

**Cassel, D.K. 1982.** Tillage effect on soil bulk density and mechanical impedance. In predicting Tillage Effects on soil physical properties and processes, eds. p.w. unger and D.M. Uan Doran jr. Madison. W. t: American society of Agronomy, Pp: 55-670.

**Chauhan SKK, Sharma SC, Beri V, Ritu B, Yadav S and Gupta N. 2010.** Yield and carbon sequestration potential of wheat (*Triticum aestivum*) -poplar (*Populus deltoides*) based agrisilvicultural system. The Indian Journal of Agricultural Sciences 80(2).

**Chen, Q.S., Li L, H., Han, X.G., Yan, Z.D., wang, Y.F., Zhang, Y., Xiong, X.G., chen, S.p., Zhang, L.X., Gao, Y.Z., Tang, F., Yang, j. and DONG, Y.S. 2009.** Temperature sensitivity of soil respiration in relation to soil moisture in communities of typical temperate steppe in Inner Mongolia. Acta Ecologica Sinica, 24(4): 831-836.

**Chen X, Tang J, Jiang L, Chen J, and Fang C. 2010.** Evaluating the impacts of incubation procedures on estimated Q<sub>10</sub> values of soil respiration. Soil Biology and Biochemistry, 42: 2282-2288.

**Ciais, P., Wattenbach, M., Vuichard, n., Smit, p., piao, S.l., don, A., luyssaert, s., janssens, i., Bondeau, A, Dechow, r., Leip, A., smith, p., Beer, c., vanderwerf, GR., Gervois, s., vanoost, k., tomelleri, Freibauer, A, Andschulze, E.D. 2010.** The European greenhouse gas balance. Part 2: croplands. Global change Biology, 16: 1409-1428.

**Deckmyn G., Eckmyn B., Muys B., Garcia-quijanow, J., and Ceulemans R. 2004.** Carbon sequestration following afforestation of agricultural soils: comparing oak/beece forest to short-rotation poplar coppice combining a process and a carbon accounting model. *Global change Biology*, 10:1482-1491.

**Dendooven L, Gutiérrez-Oliva VF, Patino-Zuniga L, Ramirez-Villanueva DA, Verhulst N, Luna-Guido M, Marsch R, Montes-Molina J, Gutiérrez-Miceli FA, Vasquez-Murrieta S and Govaerts B. 2012.** Greenhouse gas emissions under conservation agriculture compared to traditional cultivation of maize in the central highlands of Mexico. *Science of the Total Environment*, 431:237-244.

**Derner J.D., Briske D.D., and Boutton, T.W. 1997.** Does grazing mediate soil carbon and nitrogen accumulation beneath C4 perennial grasses along an environmental gradient plant soil, 191:147-156.

**Devita, P., Dipaolo E., Fecondo G., Di Fonzo, N. and Pisante, M. 2007.** No Tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain content in southern Italy: soil and tillage *Research*, 92:69-78.

**Doran JW, and Parkin TB. 1994.** Defining assessing soil quality. p. 3-21. In: J. W. Doran et al. (Eds.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. SSSA Spec. Publ. 35. ASA and SSSA, Madison, WI., USA.

**Duiker, S. and Lal, R. 2000.** Carbon budget study using CO<sub>2</sub> flux measurements from a no till system in central Ohio. *Soil Tillage Research*, 54:21-30.

**Fabrizzi KP, Rice CW, Schlegel A, Peterson D, Sweeney DW and Thompson C. 2007.** Soil Carbon Sequestration in Kansas: Long-Term Effect of Tillage, N Fertilization, and Crop Rotation. *Kansas State University* 1-44.

**FAO.2004.** Carbon sequestration in dry land soils. Word Soil Resources Reports. Rome.129p .

**Forozeh, M.R., Gh. Heshmati, Gh. Ghanbarian, & S.H. Mesbah. 2008.** Comparing Carbon Sequestration Potential of Three shrub Species in Arid Rangeland of Iran (Case study: FasaGaribaygan Plain). Iranian Journal of Environmental Studies, 46: 65-72. (In Persian)

**Frank, A. B.;Karn. J. F. 2005.** Vegetation indices, CO<sub>2</sub> Flux, and biomass for northern plains grasslands.Journal of Range Management. 55:16-22

**Froozeh,M.R. ; Mirzaali, E.2006.** The Effects of Enclosure on Carbon Sequestration in the Dominant Species and Soil Surface in Saline Range lands. A Case Study of Gomishan Rangelands. Abstract Book of 8th International Conference on Development of Dry lands. February 25-28, 2006. Beijing, China. Pp:35-36

**Galaj.,cambardella,COA.andBailey,T.B.2000.**Root- driven carbon and for mation and stabillization of aggre gate. Soil sci.Am.j.64:201-207.

**Gallaher R.N., Weldon C.O., Boswell F.C. 1976.** A semi-auto-mated procedure for total nitrogen in plant and soilsamples. Soil Sci. Soc. Am. J. 40, 887–889

**Gao, Y. H., Lue, P., Wu, Chen, H., Wang, G.X. 2007.** Grazing Intensity Impacts on Carbon Sequestration in an Alpine Meadow on the Eastern Tibetan Plateau. Journal of Agriculture and Biological Sciences,3(6):642-647.

**Godwin RJ, and Miller PCH.2003.** A review of the technologies for mapping within-field variability, Biosyst. Eng, 84: 393-407.

**Gren,C.J.,Blakmer.A.M.,Horton,R. 2005.**Nitrogen effects on conservation of carbon during corn residue decomposition of carbon during corn residue decomposition in soil.soil Sci.Soc.Am.J,59453-459.

**Gregorich E, Carter M, Angers D, Monreal C, and Ellert B. 1994.** Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Canadian journal of soil Science.

**Grimston,M.C.,Karakoussis,V.,Fouquet,R.,VanderVorst,R.,Pearson,p.andLeach, M.2001 .**The European and global potential of carbon dioxide sequestration in tackling climate change.climate policy,1:155-171.

**GuoL.B.,andGiffordR.M.2002.**Soil carbon stocks and land use change.Global change Biology,8:345-360.

**Hajabbasi M. 1386.** Soil physical properties. First Printing, Publishing Isfehan University of Technology.

**Hajabbasi,M.A.,and Hemmat,A,A.2000.**Tillage impacts on aggregate stability and productivity in a clay- loam soil in central IRAN.Soil Till RES.56:205-212.

**Halvorson AD, Wienhold BJ and Black AL. 2002.** Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. Soil Sci. Soc. Am. J. 66:906-912.

**Heenan,D.P.,Mcghie,W.and Thomson,F.M.1995.**Decline in soil organic carbon and total nitrogen in relation to tillage, stubble management and rotation.Australian journal of Experintal Agriculture.34(7):877-884.

**Honda,yoshiaki., yamamoto,Hirokazu and kajiwara koji., 2000.**Biomass Information in central Asia, Central Asia,center for Environmental Remote sensing chiba university.1-33,yayoi-cho,inage-ku,chiba,263-8522,.

**Houghton, G, T.;Callander, B. A. and Varney, S. K.. 1992.** Climate change. Supplementry report to the IPCC Scientific assessment. Cambridge university press.cambridge.Pp233.

**Huijgen W.J.J.2007.** Carbon dioxide sequestration by mineral carbonation. Thesis,Energy Research Centre of the Netherlands, The N etherlands.236p.

**Indufor. 2002.** Assessing Forest Based carbon sinks in the Kyoto protocol Forest Management and Carbonsequestration. Discussion paper, 115 p.

**Ingram,J.S.I, and., and Fernandez,E.C.M. 2001.**Mananging carbon sequestration in soils:concepts and terminology. Agriculture, Ecosystems and Environment,87:111-117.

**Izaurrealde, R., Williams, C.J.R. Post, W. M. and Thomson, 4-A. M. 2007.** Long-term modeling of soil C erosion andsequestration at the small watershed scale. Climatic Change,80(1-2): 73-90.

**Jansson,C.,Wullschleger,S.D.,Kalluri,U.C.andTuskan,G.A.2010.**Phytosequestration: Carbon biosequestration by plants and the prospects ofgenetic engineering. Bioscience,60(9):685-696.

**Jia B., and Zhou. 2007.** Effects of grazing on soil respiration of Leymuschinensis steppe. Climatic Change, 82: 211–223.

**Kennedy A.C., and Papendick R.I. 1995.** Microbial characteristics of soil quality. Soil and Water Conservation Journal, 50: 243–248.

**Khorrandel, S., Koocheki, A., NassiriMahallti, M., and Khorasani, R. 2010.** Effect of different crop managementsystems on NPP and relative carbon allocation coefficients for corn (*Zea mays* L.). Journal of Agroecology 2: 667-680. (In persian with English Summary).

**Kumar,K.andGoh,k.M.2000.**Crop residues and management practices effects on soil quality, soil nitrogen dynamics,crop yield, and nitrogen recovery.Advanced Agronomy.68:197-319.

**Kundu,s.,Bhattachryya,R.andGupta,u,s.2007.** Carbon sequestration and relations hip between carbon addition and storage under rainfedsoybean-wheat rotation in as andy loam soil of the indianuimalayas.soiltillage Research92:87-95.

**Laclau, P. 2003.** Biomass and carbon sequestration of ponderosa pine plantations and native cypress forests in northwest Patagonia. Forest Ecology and Management 180: 1-3, 317 – 333

**Lal,R.,and Kimble ,j.M. 1997.** Conservation tillage for carbon sequestration.Nutrient Cycling Agroecosystems.49,243-253.

**Lal, R. 2002.**Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. Environmental pollution, 116:353-362.

**Lal R. 2005:** Forest soils and carbon sequestration. Forest Ecology and Management 220 242–258

**Lal,R.2009.** Sequestering atmospheric carbon dioxide.Critical Reviews in plant Science,28:90-96.

**Liu, X.J., Mosier, R., Halvorson, A.D., Curtis, B., Reule, A. and Zhang, F. 2010.** Dinitrogen and N<sub>2</sub>O emissions in arable soils: Effect of tillage, N source and soil moisture. *Soil Biology Biochemistry*. 39:2362-2370.

**Lithoourgidis, A.S., Tsatsarelis, C.A., and Dhima, K.V. 2005.** Tillage effects on corn emergence silage yield and labor and fuel inputs in double cropping with wheat crop science, 45:2523-2528.

**Li, X., Takahashi, T., Suzuki, N. and Kaiser, H.M. 2011.** The impact of climate change on maize yields in United States and China. *Agricultural Systems* .104:248-353.

**Mckeown, A. and Gardner, G. 2009.** Climate change Reference Guide. Updated version of the reference guide that originally appeared in state of the world 2009: Into a warming world. Published by the Worldwatch Institute. 17P.

**Macray, R.J. and Mehuys, G.R. 2007.** The effect of green manuring on the physical properties of temperate-area soils. *Adv. Soil Sci*, 3:71-94.

**Mohan M, and Ponnusamy D, 2011.** Addressing the challenges of sugarcane trash decomposition through Effective Microbes, International Conference on Food Engineering and Biotechnology.

**Mo'sena, M. and Dillenburg, L.R. 2004.** Early growth of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia* [Bertol.] Kunze) in response to soil compaction and drought. *Plant Soil*, 258, 293-306.

**Mondini C., Coleman K., and Whitmore A.P. 2012.** Spatially explicit modelling of changes in soil organic C in agricultural soils in Italy, 2001-2100: Potential for compost amendment *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 153:24-32.

**Motavalli P.P., Stevens W.E., and Hartwig G. 2003.** Remediation of subsoil compaction and compaction effects on corn N availability by deep tillage and

application of poultry manure in a sandy-textured soil. *Soil and Tillage Research*, 71:121–131.

**Najmodini, N. 2013.** Effects of mechanical structural operations to improve watershed management in carbon sequestration for climate change mitigation (case study: watershed Gavdareh in Kurdistan province). The 2 national Conference on Climate change and Agriculture, AUGUST 23, Urmia. (in Persian).

**Niu, X. and W. Duiker, S. 2006.** Carbon sequestration potential by afforestation of marginal agricultural land in the Midwestern U.S. *Forest Ecology and Management*, 223:415-427.

**Norwood, C. A. 2000.** Dryland winter wheat as affected by previous crops. *Agronomy Journal*. 92:121-127.

**Nosetto M D, J obbag YEG and paruelo JM. 2006.** Carbon Sequestration Semi Arid Rangelands *Arid Environments* UV:142-156.

**Olsen S. R. 1954.** Estimation of available Phosphorus in Soil by extraction. With Sodium bicarbonate, *USDA Circular*, U.S. Government printing office, Washington D.C. 939.

**Osborne, B., M. Saunders, D. Walmsley, M. Jones and P. Smith. 2010.** Key questions and uncertainties associated with the assessment of the cropland greenhouse gas balance *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139:293-301.

**Paterson J, and Hoyle F, 2011.** Soil organic carbon A Western Australian perspective, Department of Agriculture and Food.

**Paustian, K., Andren, O., Janzen, H. H., Lal, Smith, P. A. and Tian, G. et al. 1997.** Agricultural Soil as a sink to Mitigate CO<sub>2</sub> emissions from agricultural soils- *Biogeochemistry*, 48(1):147-163.



**Post, W.M. and Kwon, K.C. 2000.** Soil carbon sequestration and land use change: processes and potential. *Global Change Biology*, 6:317-327. *Land Use Policy*, 826, 10.

**Quine, T.A., and Zhang, Y. 2002.** An investigation of spatial variation in soil erosion, soil properties and crop production within an agricultural field in Devon, U.K. *J. Soil and Water Conserv.*, 57: 50-60.

**Raich, J. W., Tufekciogul, A. . 2000.** Vegetation and soil respiration: Correlations and controls. January 2000, Volume 48, Issue 1, pp 71-90.

**Rice, C.W. 2000.** Soil organic C and N in rangeland soils under elevated CO<sub>2</sub> and land management. *Advances in terrestrial ecosystem carbon inventory, measurement and monitoring conference in Raleigh, North Carolina, 2000.* pp:3-5.

**Russell, A. E., Laird, D.A., and Mallarino, A.P. 2006.** Impact of nitrogen fertilization and cropping system on soil quality in Midwestern Mollisols. *Soil Science Society of America Journal*.

**Singh, G., Bala, N., Chaudhuri, K. K., Meena, R. L. 2003.** Carbon sequestration potential of common access resources in arid and semi arid regions of northwestern India. *Indian Forester* 129, 859-864.

**Rhoades, J.D. 1996.** Salinity. Electrical conductivity and total dissolved solids. pp.417-435. In: *Methods of Soil Analysis, part 2*, ed. by R. U. Miller and D. R. Keeney, Madison, WI: ASA, SSSA.

**SSSA Ad Hoc committees. 2001.** Carbon sequestration: Position of the soil science society of America. pp:1-3.

**Sainju UM, Lenssen A, Caesar-Tonthat T and Waddell J. 2006.** Tillage and crop rotation effects on dry land soil and residue carbon and nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:668-678

**Sainju,U.M.,Zachary,N,Nyensekatawa,E.Z.,Tazisong,I.A.andReddy,K.C.2008.** Soil carbon and nitrogen Sequestration as affected by long-term tillage, cropping systems, and nitrogen fertilizer Sources. *Agriculture,Ecosystem and environment*,127:234-240.

**Schmid Tm..2011.** Persistence of soil organic matters an ecosystem property .*Nature* 418,49-56.

**Schulp,C.J.E.,Naburus,G.J.,Verburg,p.h.,andwaal,r.w.2008.** Effect of tree species on carbon stock in forest floor and mineral soil and implication for soil carbon inventories. *forest Ecol.Manag.*256:482-490.

**Sherrod LA, Peterson GA, Westfall DG, and Ahuja LR. 2003.** Cropping intensity enhances soil organic carbon and nitrogen in a no-till agro ecosystem. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:1533-1543.

**Singh, B., Singh, Y. and Meelu, O. P. 1992.** Effect of green manure, wheat straw and organic manure on DTPA extractable Fe, Mn, Zn and Cu in a calcareous sand loam soil. *J. Indian Soc. Soil Sci* 40: 114-118.

**Singh,H.P.,Batish,D.R.and kohli,R.K.2003.** Allelopathic interactions and allelochemicals:new possibilities or sustainable weed management. *Critical Review in plant Science*,22:239-311.

**Smith, P.2004.** Carbon sequestration in croplands:the potential in Europe and the global context .*European journal of Agronomy* 20:224-236.

**Shakiba, A. 2000.** Potential effects of global climate change on carbon sequestration in soils, Ph. D thesis, The University of Leeds School of Geography. 298 P .

**Shillinger, W.F. 2005.** Tillage method and sowing rate relations for dryland spring wheat, barley, and oat crop science, 45:2636-2643.

**Solomon, S., Plattner, G., Knutti, R. and P. Friedlingstein. 2009.** Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. PNAS, 106(6):1704-1709.

**Stevenson F. 1994.** Humus chemistry: Genesis, Composition, Reactions. Technology & Engineering - 496 pages.

**Taiz, L. and Zeiger, E. 1998.** Plant physiology, 2<sup>nd</sup> Edition. Sinauer Associates, Inc.

**Tamartash, R., Tatian, M., R. Yousefian, M. 2012.** The ability of different vegetative forms to carbon sequestration in plain rangeland of Miankaleh. J. Environ. Stud. 45-54.

**Thomas, G.W. 1996.** Soil pH and soil acidity. Methods of soil Analysis .pp:475-490. In :A.L. page et al. (Ed), part 2. Madison, WI: Agron. ASA, SSSA.

**Tripathi, R.P., Sharama, P., and Singh, S. 2007.** Influence of tillage and crop water table conditions soil and Tillage Research , 92:221-2270.

**Turner, D.P. and Koerper, G.J. 1995.** A carbon budget for forests of the conterminous United States. Ecological Applications 5(2). , pp. 421- 436.

**UNDP. 2000.** Carbon sequestration in the desertified rangelands of Hossein Abad, through community based management, program coordination, pp:1-7

**Wani, S.P., Girish, Ch., Sahrawat, K.L., Srinivasa Rao, Ch., Raghvendra, G., Susanna, P., and Pavani, M. 2012.** Carbon sequestration and land rehabilitation

through *Jatropha curcas* (L.) plantation in degraded lands. *J. Agriculture, Ecosystems & Environment*, 161: 112-120.

**Watson, G.W. and Kelsey, P., 2006.** The impact of soil compaction on soil aeration and fine root density of *Quercus palustris*. *Urban For. Urban Green*, 4: 69–74.

**West ,TO and Marland G. 2002.** A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 91: 217–232.

**William, E. 2002.** Carbon dioxide fluxes in a semiarid environment with high carbonate soils. *Agricultural and Forest Meteorology*. 116:91-102.

**Yan, H., Gao, M., Liu, J., and Tao, B. 2007.** Potential and sustainability for carbon sequestration with improved soil management in agricultural soils of china *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121(4):325-335.

**Yong Zhong Su. 2007.** Soil Carbon and nitrogen sequestration following the conversion of cropland to alfalfa land in northwest china, *Journal of Soil and Tillage Research* 92, 181-189.-

**Yousefi, M., Mahdavidamghani, A.M., and khoramvafa, M. 2014.** Energy consumption, greenhouse gas emissions and assessment of sustainability index corn agroecosystems of Iran. *Sci. Total Environ.* 493:330-335.

**Zarinkafsh, M., 1993.** *Applied Soil Science, Soil Survey and Sanitary Analysis of Soil-Water- Plant*, Tehran University Publications, 342pp

## Abstract

A concentration of greenhouse gases and specifically carbon dioxide in the atmosphere is gradually increased during the past centuries and has caused a rise in global temperatures and climate changes. Role of agricultural ecosystems in increasing or reducing greenhouse gases has been considered in recent decades. Agricultural ecosystems are able to sequester part of the extra atmospheric carbon dioxide. The carbon sequestration is an operation that transfers atmospheric carbon dioxide to long-term reservoirs so that not immediately returned to the atmosphere. The amount of carbon entered to the soil is one of the most important determining factors to estimate changes in soil carbon and carbon sequestration potential. This experiment conducted to evaluate the effects of agricultural management in field under wheat cultivation on the carbon input at the province of North Khorasan. Plant and soil sampling of irrigated and dry land wheat fields was conducted in the two sites of Sisab and Shagheh in 2013. This experiment based on a completely randomized design with three replications. For soil samples and a split-plot design in time was done for plant samples. The results showed that agricultural management had significant effects on nitrogen, organic carbon and soil carbon sequestration as well as phosphorus, and carbon sequestration plant's dry weight. These results suggested that the use of chemical fertilizers decreased the activity of the microorganisms and soil respiration. Also the use of manure could affect plant growth and increased soil carbon and its sequestration. Optimal management of farm lands can prevent the loss of soil organic carbon and also release carbon dioxide. If the agricultural management led to increase plant biomass, it can cause a rapid increase in plant carbon resources as well as a gradual increase in soil carbon. It seems the management crop factor had important role in enhancing carbon sequestration in soil.

**Keywords:** Carbon sequestration, Greenhouse Gases, management of crops, wheat



Shahrood University of Technology

Faculty of agriculture

MSc thesis in Agronomy

Evaluation of Carbon Sequestrations in irrigated and dryland wheat  
cropping systems in north khorasan province

BY: Sima sadat seyedi

supervisor:

Dr.H.R.Asghari

Advisors:

Dr.M.Parsaeyan

Dr.M.tashakori

september 2016