

الحمد لله





وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
معاونت ترویج

# ارتقای میزان حاصلخیزی خاک و اصلاح آن با مدیریت صحیح گاه و کلش گندم (ویژه احیای دریاچه ارومیه)

|                     |   |
|---------------------|---|
| سرشناسه             | : مجیدی، عزیز، ۱۳۴۷ -   |
| عنوان و نام پدیدآور | : ارتقای میزان حاصلخیزی خاک و اصلاح آن با مدیریت صحیح کاه و کلش گندم (ویژه احیای دریاچه ارومیه) / نویسنده عزیز مجیدی؛ سرویراستار وجیهه سادات فاطمی؛ تهیه شده در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی. |
| مشخصات نشر          | : کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.  |
| مشخصات ظاهری        | : ۲۴ص.  |
| شابک                | : 978-964-520-505-6   |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیبا  |
| یادداشت             | : کتابنامه: ص. ۲۰.  |
| موضوع               | : خاک -- حاصلخیزی   |
| موضوع               | : Soil productivity   |
| موضوع               | : کاه گندم -- بهره برداری   |
| موضوع               | : Wheat straw -- Utilization  |
| موضوع               | : گیاهخاک   |
| موضوع               | : Humus   |
| شناسه افزوده        | : سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی  |
| شناسه افزوده        | : سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی  |
| شناسه افزوده        | : سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی. دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی   |
| رده بندی کنگره      | : S ۵۹۶/۷/م۳ ۱۳۹۷ ۴   |
| رده بندی دیویی      | : ۶۳۱/۴۲۲   |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۵۴۹۷۲۰۲   |

ISBN:978-964-520-505-6

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۵۰۵-۶



نشر آموزش کشاورزی

**عنوان:** ارتقای میزان حاصلخیزی خاک و اصلاح آن با مدیریت صحیح کاه و کلش گندم (ویژه احیای دریاچه ارومیه)  
**نویسنده:** عزیز مجیدی  
**مدیر داخلی:** شیوا پارسانیک  
**ویراستار ادبی:** محمد یوسفی  
**سرویراستار:** وجیهه سادات فاطمی  
**تهیه شده در:** مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی  
**ناشر:** نشر آموزش کشاورزی  
**شمارگان:** ۲۵۰۰ جلد  
**نوبت چاپ:** اول، ۱۳۹۷  
**قیمت:** رایگان  
**مسئولیت درستی مطالب با نویسنده است.**

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۴۹۶۷ به تاریخ ۹۷/۱۱/۱۳ است.

نشانی: تهران- بزرگراه شهید چمران- خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،

ص. پ. ۱۹۳۹۵-۱۱۱۳

تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

## مخاطبان:

کشاورزان و گندم کاران در په‌نه‌های تولیدی

## اهداف آموزشی:

مخاطبان با مطالعه این نشریه از پیامدهای ناگوار سوزاندن کاه و کلش و تخریب اراضی آگاه می‌شوند و راهکارهای علمی و صحیحی می‌آموزند تا توان تولیدی و میزان حاصلخیزی خاک را حفظ کنند و افزایش دهند.

### شناسنامه برنامه ترویجی آموزشی احیای دریاچه ارومیه (آذربایجان غربی)

**دستگاه مجری:** سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی (به نمایندگی مهندس کریم زاده)

**کارفرما:** ستاد احیای دریاچه ارومیه

**دستگاه ناظر ملی:** سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

( به نمایندگی دکتر کاظم خاوازی)

**مجری ملی برنامه:** دکتر علیرضا توکلی

**مجری استانی:** مهندس کریم زاده، رییس سازمان جهاد کشاورزی آذربایجان غربی

**ناظر ملی:** دکتر روانلو، رییس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

آذربایجان غربی

**هماهنگ کننده ترویجی:** دکتر جواد قاسمی

**همکاران ستاد معاونت ترویج:** دکتر بهمن امیری لاریجانی و مهندس علیرضا اسحاقی،

مهندس نصیبه پورفاتح

**سال شروع:** ۱۳۹۶

**مجموعه‌های ستاد و استانی فعال در برنامه:** معاونت ترویج سازمان تحقیقات آموزش

و ترویج کشاورزی، مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و

منابع طبیعی استان و بخش خصوصی



## فهرست

|  |    |
|--|----|
| مقدمه.....   | ۹  |
| کاه و کلش غلات: منبعی مناسب برای حفظ و افزایش مواد آلی خاک.....          | ۱۰ |
| افزایش مواد آلی خاک زراعی: زیربنای تولید پایدار.....                     | ۱۰ |
| ویژگی‌های شیمیایی کاه و کلش: مؤثر بر سرعت تجزیه آن.....                  | ۱۲ |
| سوزاندن کاه و کلش: عامل تخریب اراضی و کاهش ظرفیت تولیدی خاک.....         | ۱۴ |
| برگرداندن کاه و کلش به خاک: عاملی در افزایش حاصلخیزی خاک.....            | ۱۷ |
| برای افزایش حاصلخیزی خاک با استفاده از کاه و کلش گندم، چه باید کرد؟..... | ۱۹ |
| منابع.....   | ۲۰ |
| خودآزمایی.....   | ۲۱ |





## مقدمه

از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی، حاصلخیزی خاک است. عامل اساسی حاصلخیزی، وجود مواد آلی در خاک است. اگر مواد آلی خاک را با روش‌هایی (از جمله برگرداندن بقایای گیاهی به خاک و افزودن کودهای سبز) افزایش دهیم، کیفیت خاک بهتر می‌شود. به‌علاوه، با مصرف بهینه کودهای زیستی و شیمیایی، می‌توان به صورت مطلوبی عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی را بهبود بخشید.

مواد آلی خاک‌های زراعی اکثراً از بقایای گیاهی محصولات مختلف تأمین می‌شود و برگرداندن آن‌ها به خاک به طور مستقیم و غیرمستقیم در افزایش ظرفیت تولیدی خاک نقش مهمی ایفا می‌کند. متأسفانه در بیش‌تر نقاط کشور به‌علت ناآگاهی کشاورزان یا تحت تأثیر عوامل اقتصادی و اجتماعی، از بقایای گیاهی‌ای که در سطح خاک می‌ماند، به طور صحیح استفاده نمی‌شود و حتی این بقایا در مزارع سوزانده می‌شود. به همین علت، پایداری و ساختمان خاک‌های این مناطق به هم می‌خورد و این خاک‌ها مستعد انواع فرسایش بادی و آبی می‌شود و به‌مرور زمان دیگر نمی‌توان در آن‌ها چیزی کاشت.

## کاه و کلش غلات: منبعی مناسب برای حفظ و افزایش مواد آلی خاک

کاه و کلش جزء آن دسته از بقایای گیاهی است که مصرف‌های گوناگونی دارد و بیش‌تر در بخش صنعت و کشاورزی به کار می‌رود (شکل ۱). کلش را در واحدهای بزرگ دامداری به‌عنوان بستر مناسب دام به کار می‌برند. همچنین از آن در تهیه سوخت و انرژی و تغذیه دام استفاده می‌شود. باقی‌مانده کاه و کلش در سطح مزارع در حاصلخیزی خاک بسیار بااهمیت است و موجب بهبود ساختمان خاک می‌شود.



شکل ۱- بقایای کلش گندم در بخش صنعت و کشاورزی کاربرد دارد.

## افزایش مواد آلی خاک زراعی: زیربنای تولید پایدار

طی چند سال گذشته، در مناطقی از شمال غرب کشور که خاک‌هایی با بافت نسبتاً سنگین دارند، برای کشت پیاز، ماسه به خاک می‌افزایند. این کار خطری جدی برای خاک به شمار می‌رود و کیفیت آن را از بین

می‌برد. اضافه کردن ماسه به خاک باعث می‌شود خاک حالت سیمانی پیدا کند و خواص فیزیکی آن، از جمله ساختمانش، از بین برود یا ضعیف شود. برای بهبود وضعیت فیزیکی خاک‌های با بافت سنگین، باید مواد آلی را افزایش داد؛ زیرا مواد آلی علاوه بر اینکه ساختمان خاک را بهبود می‌بخشد، باعث بهبود ویژگی‌های شیمیایی و حاصلخیز شدن خاک می‌شود. برای خاک‌های شنی نیز افزایش مواد آلی مناسب و مفید است؛ زیرا مواد حاصل از تخمیر مواد آلی سبب چسبیدن ذرات خاک به هم می‌شود و ضمن افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، ساختمان خاک را بهبود می‌بخشد. وقتی مواد آلی مانند کاه و کلش باقی‌مانده از گندم به خاک افزوده می‌شود، موجودات ریز ذره‌بینی خاک آن‌ها را تجزیه می‌کنند و در نتیجه، موادی مانند اسید آمینه یا پروتئین تولید می‌شود. این مواد در شکل‌پذیری ساختمان خاک و پایداری خاک‌دانه‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند.

به طور کلی، اهمیت مواد آلی در خاک را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- مواد آلی منبع غذا و انرژی برای گیاهان و ریزجانداران خاک است.
- مواد آلی با کلاته کردن عناصر غذایی موجود در خاک، جذب آن‌ها را برای گیاه آسان می‌کند.
- مواد آلی تشکیل خاک‌دانه در خاک را تسهیل می‌کند و باعث بهبود تهویه و گسترش ریشه در خاک می‌شود.
- مواد آلی، نفوذپذیری خاک را افزایش می‌دهد و بازده آب آبیاری را زیاد می‌کند.

• مواد آلی ویژگی‌های فیزیکی خاک، مانند ساختمان خاک و پایداری خاک، را بهبود می‌بخشد و عملیات کشاورزی، مانند شخم‌زدن، را تسهیل می‌کند.

### ویژگی‌های شیمیایی کاه و کلش: مؤثر بر سرعت تجزیه آن

ویژگی‌های شیمیایی بقایای گیاهی در تجزیه میکروبی آن‌ها نقشی مهم دارد و موجب افزایش ماده آلی خاک می‌شود. تجزیه بقایای گیاهی باعث می‌شود حدود ۵۵ تا ۷۷ درصد کربن موجود در آن‌ها وارد هوا شود و فقط حدود ۵ تا ۱۵ درصد در بیوماس میکروبی ذخیره شود و بقیه کربن که حدود ۱۵ تا ۴۰ درصد است، به هوموس تبدیل شود. هوموس مواد آلی پایدار خاک است. در مراحل اولیه تجزیه بقایای گیاهی، کاهش شدید در قندها و اسیدها به چشم می‌خورد. پروتئین‌ها و چربی‌ها با سرعت خیلی کم‌تری تجزیه می‌شود. مقدار کربن و نیتروژن در بقایای گیاهی در تجزیه بقایا و تغذیه نیتروژنی گیاه نقش مهمی دارد. آن دسته از بقایای گیاهی نظیر کاه و کلش که از نظر مقدار نیتروژن فقیرند، موجب می‌شوند که نیترات خاک به مصرف ریزجاندارانی برسد که مسئول تجزیه این بقایا هستند. در نتیجه، نیتروژنی که در خاک وجود دارد و گیاه می‌تواند آن را جذب کند، از دسترس گیاه خارج می‌شود. ریزجانداران خاک وقتی کاه و کلش غلات را تجزیه می‌کنند، مقداری از کربن موجود در کلش را در سلول خود جذب می‌کنند و با توجه به اینکه نسبت کربن به نیتروژن در بدن آن‌ها ثابت و در حدود ۱ به ۹ است، مجبورند برای ثابت ماندن این نسبت مقداری هم نیتروژن به صورت نیترات از خاک جذب کنند تا نیازهایشان تأمین شود و بتوانند پروتئین تولید کنند. بنابراین، اگر ماده آلی‌ای که به خاک اضافه می‌شود، به اندازه کافی نیتروژن داشته باشد، این موجودات

ضمن تجزیه مواد آلی، نیتروژن موردنیاز خود را از آن تأمین می‌کنند؛ ولی اگر ماده آلی از نظر نیتروژن فقیر باشد، این موجودات نیتروژن موردنیاز خود را از ذخیره نیتروژنی موجود در خاک تأمین می‌کنند (یعنی همان نیتروژنی که قرار است گیاه از خاک برداشت کند). به این ترتیب، بین ریشه گیاه در کشت بعدی و ریزجانداران خاک بر سر جذب نیتروژن موجود، رقابتی تنگاتنگ پیش می‌آید.

در تجزیه مواد آلی سه حالت وجود دارد:

**حالت اول:** در این حالت مقدار نیتروژنی که از تجزیه مواد آلی در خاک آزاد می‌شود، برابر است با مقدار نیتروژن موردنیاز ریزجانداران خاک. در این حالت نه چیزی به خاک اضافه می‌شود و نه چیزی از خاک برداشت می‌شود. بنابراین، اصطلاحاً می‌گویند معدنی‌شدن ویژه معادل صفر است.

**حالت دوم:** در این حالت نیتروژنی که از تجزیه بقایای گیاهی به خاک اضافه می‌شود، بیش‌تر از نیتروژن موردنیاز ریزجانداران است. بنابراین، معدنی‌شدن ویژه مثبت است و اصلاً نیازی نیست همراه بقایای گیاهی، نیتروژن به خاک اضافه شود.

**حالت سوم:** در این حالت، نیتروژنی که از بقایای گیاهی به خاک وارد می‌شود، کم‌تر از میزان نیتروژنی است که ریزجانداران نیاز دارند. در این حالت است که میکروب‌ها مقداری از نیتروژن معدنی موجود در خاک را جذب می‌کنند تا نسبت کربن به نیتروژن خود را ثابت نگه دارند. این حالت را معدنی‌شدن ویژه منفی می‌گویند. چنین حالتی از نظر رشد گیاهی بازدارنده است؛ زیرا نیتروژن موجود در خاک نمی‌تواند نیازهای نیتروژنی گیاهان را تأمین کند.

در کلش غلات نسبت کربن به نیتروژن بسیار بالاست و بر اثر افزودن آن به خاک، حالت سوم رخ می‌دهد. از این رو، حتماً لازم است هنگام افزودن کلش غلات به خاک، مقدار مشخصی نیز نیتروژن به خاک افزوده شود تا از خروج نیتروژن خاک از طریق میکروب‌ها جلوگیری شود و بین ریشه گیاه بعدی و ریزجانداران، رقابتی بر سر جذب نیتروژن پیش نیاید.

## سوزاندن کاه و کلش: عامل تخریب اراضی و کاهش

### ظرفیت تولیدی خاک

در بعضی از مزارع گندم، متأسفانه به علت نداشتن شناخت کافی و ناآگاهی از اهمیت کاه و کلش در افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن، کاه و کلش غلات را می‌سوزانند. کسانی که دست به این کار می‌زنند، معمولاً وجود کاه و کلش را در سطح خاک موجب کندی کار ماشین‌آلات کشاورزی و عملیات زراعی می‌دانند. اما این کار نه تنها از برگشت مقدار زیادی مواد آلی به خاک جلوگیری می‌کند، بلکه سبب می‌شود مواد آلی سطح خاک و نیز تعداد زیادی از ریزجانداران آن از بین برود (ریزجاندارانی که جمعیت آن‌ها به طور متوسط برابر است با ۱۰۹ موجود زنده در هر یک سانتی‌متر مکعب خاک) (شکل ۲).



شکل ۲ - سوزاندن کاه و کلش گندم موجب تخریب خاک و کاهش ظرفیت تولیدی آن می‌شود.

این عمل اگر به طور مکرر در مزارع تکرار شود، کاهش مواد آلی خاک و تخریب خاک را به دنبال خواهد داشت و در درازمدت، ضمن افزایش فرسایش پذیری خاک، ظرفیت تولیدی آن را به طور چشمگیری کاهش می‌دهد. سوزاندن کلش بر مقدار مواد غذایی مورد نیاز گیاه که در خاک موجود است نیز تأثیر سوء می‌گذارد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد سوزاندن کاه و کلش گندم به کاهش شدید حاصلخیزی خاک منجر می‌شود؛ به طوری که ۹۸ تا ۱۰۰ درصد نیتروژن، ۷۰ تا ۹۰ درصد گوگرد و ۲۰ تا ۴۰ درصد فسفر و پتاسیم خاک در نتیجه این اقدام از بین خواهد رفت.

به طور خلاصه، سوزاندن کاه و کلش در سطح مزارع مضراتی به دنبال دارد که به ترتیب می‌توان آن‌ها را ذکر کرد:

۱. سوزاندن کاه و کلش، بویژه در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، باعث کاهش جمعیت و فعالیت ریزجانداران و در نهایت، کاهش میزان مواد آلی خاک می‌شود.

۲. سوزاندن کاه و کلش موجب تبخیر سریع رطوبت خاک و کاهش مواد آلی آن می‌شود. این کار در خاک‌هایی با بافت سنگین باعث به وجود آمدن سله در سطح خاک می‌شود که مانعی جدی برای جوانه‌زنی بذر است.

۳. با سوزاندن کاه و کلش، نفوذپذیری خاک در برابر آب بشدت کاهش می‌یابد.

۴. با سوزاندن کاه و کلش، فرسایش آبی و بادی خاک افزایش می‌یابد؛ زیرا کلش مانند مالچ سطحی عمل می‌کند و بعد از تجزیه در خاک نیز از طریق پایدار کردن خاک‌دانه‌ها موجب بهبود ساختمان خاک می‌شود.



## برگرداندن کاه و کلش به خاک: عاملی در افزایش حاصلخیزی خاک

بقایای گیاهی مانند کاه و کلش را می‌توان برای تمام محصولات کشاورزی و انواع خاک به کار برد. کلش و دیگر بقایای گیاهی یا کود سبز می‌تواند قسمتی از نیاز غذایی گیاه را برآورده کند. در کشورهای پیشرفته از مواد آلی علاوه بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، در تغذیه گیاه نیز استفاده می‌کنند. بنابراین، بهتر است به‌جای سوزاندن این منبع مهم، آن را با شخم‌زدن به خاک اضافه کنیم تا به‌عنوان منبع غذایی در اختیار گیاهان قرار گیرد.

عوامل مهم که در تسریع تجزیه مواد آلی افزوده‌شده به خاک دخیل است، عواملی است که در رشد و تکثیر ریزجانداران خاک (اعم از باکتری‌ها و قارچ‌ها) دخیل است. این عوامل عبارت است از: حرارت، رطوبت، هوا، مواد غذایی کافی. ریزجانداران خاک، ترکیبات موجود در کاه و کلش را تجزیه و مقداری از این مواد را جذب اندام‌های خود می‌کنند. این مواد پس از مرگ ریزجانداران و تجزیه اندام‌هایشان، مجدداً آزاد می‌شود. به‌منظور فراهم‌شدن شرایط لازم برای فعالیت این موجودات، توصیه می‌شود در اواخر فصل تابستان در مناطقی که گندم کاشت شده، کاه و کلش به خاک برگردانده شود. از آنجاکه در این فصل خاک خشک است، بهتر است قبل از برگرداندن کاه و کلش به خاک، در اراضی تحت کشت، یک نوبت آبیاری انجام شود.

از آنجاکه کاه و کلشی که به خاک افزوده می‌شود، برای موجودات ریز خاکی نیتروژن کافی ندارد، بهتر است مکمل‌هایی غذایی به صورت کودهای نیتروژنه به خاک اضافه شود. تحقیقات نشان داده است که برای تجزیه هر تن کلش گندم لازم است به طور متوسط ۸ تا ۱۰ کیلوگرم

نیتروژن خالص (به طور تقریبی ۱۶ تا ۲۰ کیلوگرم اوره) از منابع مختلف به خاک افزوده شود. این مقدار باید علاوه بر ۴/۸ کیلوگرم نیتروژنی که در هر تن کلش گندم موجود است، مصرف شود؛ زیرا در صورت مصرف نشدن، تجزیه مواد آلی به کندی صورت می‌گیرد و نیز موجودات ریز خاکی برای تأمین نیتروژن مصرفی خود از ذخیره نیتروژن موجود در خاک استفاده می‌کنند و در فصل کشت بعدی برای جذب نیتروژن با گیاهان رقابت می‌کنند. در نتیجه، رشد محصول بعدی بدرستی صورت نمی‌گیرد. این مشکل را باید با مصرف کودهای نیتروژنی مانند اوره مدیریت کرد. از آنجاکه بیش از ۶۰ درصد اوره در صورت پخش سطحی در خاک تصعید می‌شود و از دسترس خارج می‌شود، باید به گونه‌ای برنامه‌ریزی کرد که فاصله بین مصرف سرک اوره و شخم حداکثر یک تا دو ساعت باشد (شکل ۳).



شکل ۳- برای جلوگیری از هدررفت (تصعید) اوره، باید اوره را بلافاصله بعد از مصرف، زیر خاک کرد.

## برای افزایش حاصلخیزی خاک با استفاده از کاه و کلش گندم، چه باید کرد؟

- سوزاندن کاه و کلش بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز موجودات خاکی اثرات سوئی می‌گذارد. بنابراین، از سوزاندن آن در سطح مزارع باید پرهیز شود.
- افزودن کاه و کلش گندم به خاک، باید در سال‌های متمادی ادامه یابد تا موجب افزایش مواد آلی خاک و پوک‌شدن آن و بهبود ساختمان خاک شود.
- در افزودن بقایای گیاهی مانند کاه و کلش به خاک، ضروری است مقدار نیتروژنی که باید به خاک اضافه شود (فاکتور ازت)، محاسبه شود تا بین ریزجانداران خاک و ریشه گیاه بر سر جذب نیتروژن خاک رقابت صورت نگیرد.
- به طور کلی، به‌ازای هر تن کاه و کلش باقی‌مانده در سطح خاک در هکتار باید ۲۵ تا ۳۵ کیلوگرم اوره در سطح مزرعه پخش کرد و پس از آن بلافاصله اوره را با دیسک زیر خاک کرد.
- برای کاهش تصعید اوره، می‌توان مقدار توصیه‌شده برای هر هکتار را در ۴۰۰ لیتر آب حل کرد و به صورت محلول در سطح مزرعه پاشید و سپس بلافاصله با دیسک زیر خاک کرد.

## منابع

جاراللهی، رقیه. ۱۳۷۸، «عملیات زراعی برای تسریع در پوسانیدن کلش بعد از برداشت گندم در کرج»، نشریه فنی شماره ۹۱ مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

Barker, J.C. 1996. Formulating an organic Compost Recipe. North Carolina cooperative extension service. EBAE, 173- 93.

Biedrbeck, V. O., Campbell, C. A., Bowdren, K. E., Schnitzer, M., and McIver, R. N. 1980. Effect of burning cereal straw on soil properties and grain yield in askatchewan. Soil Sci. Soc. Am. J., 44, 103-111.

Heard, J., Cavers, C., and Adrian, G. 2006. Up in smoke-Nutrient loss with straw burning. Better Crops. 90, No 3.

McCool, D. K., Pannkuk, C.D., Kennedy, A.C., and P. S. Fletcher. 2008. Effects of burn/low on erosion and soil quality. Soil and Tillage Res., 101 (1-2), 2-9.

Unger, P. W. 1994. Managing agricultural residues. Soil scientist conservation and production Research Laboratory. USDA- ARS. Boohland. Texas.

## خود آزمایی

- ۱- مواد آلی خاک چیست و چه نقشی در خاک دارد؟
- ۲- چرا باقی مانده کلش در سطح مزارع در حاصلخیزی خاک حائز اهمیت است؟
- ۳- کلش هنگامی که به خاک برمی گردد، دچار چه تغییراتی می شود؟
- ۴- چرا سوزاندن کلش باعث تخریب اراضی و کاهش ظرفیت تولیدی خاک مزرعه می شود؟
- ۵- براساس تحقیقات انجام شده، سوزاندن کلش باعث از دست رفتن کدام عناصر و به چه میزانی می شود؟
- ۶- چرا اضافه کردن اوره قبل از برگرداندن کلش به خاک ضرورت دارد؟
- ۷- برای مدیریت صحیح کلش گندم در مزارع چه راهکارهایی پیشنهاد می کنید؟





