



مدیریت بقایای گیاهی در ذرت

مقدمه

در ایران اکثر کشاورزان ذرتکار بقایای ذرت را بوسیله خاکورزی به خاک اضافه می‌کنند و برداشت بقایای گیاهی از مزارع ذرت مرسوم نیست. اما در بعضی مناطق برداشت بقایا برای سیلو یا چرای دام خصوصا در سالهایی که کمبود علوفه باشد، صورت میپذیرد. با این وجود به نظر میرسد، افزایش هزینه‌های تولید در بخش کشاورزی از یک طرف و پیشرفت‌های صنعتی در صنایع تبدیلی و وابسته به کشاورزی در آینده نزدیک موجب خواهد شد، تا به زودی علاقمندی به برداشت بقایای ذرت از مزارع به عنوان ماده اولیه خمیر کاغذ یا تولید اتانول زیستی در بین کشاورزان ذرتکار مطرح شود. از آنجا که میزان برداشت بقایای گیاهی از مزارع ذرت رابطه مستقیمی با حاصلخیزی خاک و عملکرد محصول در سالهای آتی دارد، مدیریت بقایای کشاورزی در مزارع ذرت در این مقاله بررسی می‌شود. برای این منظور لازم است بین نگاه تجاری کوتاه مدت و پایداری بلندمدت اقتصادی یک توازن منطقی ایجاد شود. منطبق حکم میکند هنگام برداشتن بقایا، مواد آلی خاک حفظ و در برابر فرسایش محافظت شود. برای درک بهتر اهمیت مواد آلی خاک در مزارع ذرت به [مقاله](#) مراجعه شود.

دانه ذرت حدود ۴۵ درصد از کل عملکرد ماده خشک را تشکیل می‌دهد. در یک مزرعه با عملکرد دانه ذرت ۱۵,۵ تن در هکتار، میزان بقایای خشک ذرت تقریباً ۱۲ تن است. برای تبدیل وزن ماده خشک به وزن واقعی لازم است مقدار درصد رطوبت را در نظر بگیریم. یک قانون کلی در این رابطه وجود دارد، میزان رطوبت ساقه و برگ ذرت تقریباً دو برابر رطوبت دانه است. پس اگر دانه برداشتی رطوبتی در حدود ۲۰ درصد داشته باشد، ساقه و برگ ذرت در این مزرعه در حدود ۴۰ درصد رطوبت دارد. از این رو ۱۲ تن بقایای خشک با احتساب ۴۰ درصد رطوبت، وزنی معادل ۲۰ تن خواهد داشت.

جدول ۱ نشان دهنده ماده خشک در اشکال مختلف بقایای ذرت است. لازم به ذکر است که ساقه ذرت دارای بالاترین سطح رطوبت و نیمی از وزن ماده خشک را دارا است. برداشت منظم تمام بقایای ذرت از مزرعه و عدم بازگشت سایر منابع کربن به خاک، کربن آلی خاک و در نهایت حاصلخیزی خاک را کاهش می‌دهد.

جدول ۱: توزیع ماده خشک در اشکال مختلف بقایای ذرت

بقایای ذرت	درصد رطوبت	درصد باقی مانده در ماده خشک
ساقه	۷۰٪-۷۵٪	۵۰٪
برگ	۲۰٪-۲۵٪	۲۰٪
چوب بلال	۵۰٪-۵۵٪	۲۰٪
پوسته	۴۵٪-۵۰٪	۱۰٪

برداشت پایدار بقایای ذرت

میزان برداشت پایدار بقایای ذرت بدون در نظر گرفتن منابع کربن اضافی- مانند کود دامی یا گیاهان پوششی - به تناوب محصول و سیستم خاکورزی بستگی دارد.

میزان مجاز بقایای قابل برداشت

به طور متوسط، مبتنی بر میزان عملکرد ذرت، حفظ بخشی از بقایای ذرت در زمین مطابق با جدول ۲ موجب حفظ کربن آلی خاک و حفاظت آن در برابر فرسایش آبی و بادی می‌شود. لازم به ذکر است، مقدار بقایای ذرت مورد نیاز برای محافظت در برابر فرسایش خاک کمتر از مقدار مورد نیاز برای حفظ سطح کربن آلی خاک است. این جدول میزان حفظ بقایای ذرت را در سطوح متفاوت عملکرد برای تناوب‌ها و سیستم‌های خاکورزی مختلف نشان می‌دهد. نگهداشتن این مقدار بقایای ذرت در زمین در حالی که سطح کربن آلی خاک را حفظ کرده آنرا در برابر فرسایش آبی و بادی محافظت می‌کند.

جدول ۲: حداکثر مجاز برداشت بقایای ذرت برای حفظ حاصلخیزی خاک

عملکرد ذرت دانه‌ای ^۱ (تن در هکتار)	میزان بقایای ذرت (تن در هکتار) ^۲	تناوب ذرت-ذرت شخم متداول	تناوب ذرت-ذرت شخم حفاظتی	تناوب ذرت-سویا شخم متداول	تناوب ذرت-سویا شخم حفاظتی
۸	۵,۹	۰	۰,۷	۰	۰
۹,۵	۷,۱	۰	۱,۷۵	۰	۰
۱۱	۸,۳	۰,۵۵	۳	۰	۰,۳
۱۲,۵	۹,۴	۱,۷۵	۴,۱	۰	۱,۵
۱۴	۱۰,۶	۳	۵,۳	۰	۲,۷
۱۵,۵	۱۱,۸	۴	۶,۵	۰	۳,۸

۱: عملکرد ذرت دانه ای در رطوبت ۱۵,۵ محاسبه شده است.

۲: میزان بقایای ذرت به صورت وزن ماده خشک (تن در هکتار) محاسبه شده است.

عوامل موثر بر میزان برداشت بقایای ذرت

هرچه خاکورزی سنگین‌تر باشد موجب ترکیب بهتر بقایای با خاک و افزایش هوادهی می‌شود که به میکروارگانسیم‌های خاک کمک می‌کند تا بقایای محصول و مواد آلی خاک را بهتر تجزیه کنند. از تجزیه کربن موجود در بقایای محصول و مواد آلی خاک، دی اکسید کربن در اتمسفر آزاد می‌شود.

شخم حفاظتی و شخم برگردان

پتانسیل برداشت پایدار بقایای محصول در هنگام استفاده از سیستم خاکورزی حفاظتی افزایش می‌یابد. به عنوان مثال، با خاکورزی حفاظتی در ذرت متناوب، اگر عملکرد دانه به طور مداوم ۱۲٫۵ تن در هکتار باشد، می‌توان سالانه ۴۴ درصد از بقایای ذرت را برداشت نمود. در مقایسه، تنها ۱۹ درصد از بقایای ذرت را می‌توان به طور پایدار با سیستم خاکورزی متداول برداشت کرد (جدول ۲).

در ذرت متناوب (تناوب ذرت-ذرت) با شخم متداول، زمانی که عملکرد دانه ۹٫۵ تن در هکتار یا کمتر باشد، برداشت بقایا توصیه نمی‌شود، اما هنگامی که عملکرد محصول به ۱۵٫۵ تن در هکتار برسد، می‌توان تا ۳۴ درصد بقایا برداشت نمود. زیرا به طور طبیعی عملکرد دانه بیشتر، بقایای بیشتری نیز تولید می‌نماید. از آنجا که سطح عملکرد می‌تواند از یک سال به سال دیگر نوسان زیادی داشته باشد، ذرتکاران باید این را در نظر داشته و مقدار بقایای برداشتی را سال به سال تعیین نمایند.

تناوب ذرت و سویا

جدول ۲ نشان می‌دهد که ۱۴ تن در هکتار عملکرد محصول ذرت، ۱۰٫۶ تن ماده خشک در هکتار به عنوان باقی‌مانده ذرت تولید می‌کند. با وجود این مقدار بقایای تولیدی در سیستم تناوبی ذرت و سویا، نباید بقایا از زمین برداشت شود. اما در حالت شخم حفاظتی میتوان تا ۲٫۷ تن در هکتار از بقایا برداشت نمود. این بدان معناست که برداشت بقایای ذرت در سیستم تناوب ذرت-سویا و شخم متداول پایدار نیست. این سیستم در واقع حاصلخیزی خاک را در طول زمان کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، در سیستم ذرت متناوب با خاکورزی متداول، در قیاس بین عملکرد ۱۲٫۵ و ۱۴ تن در هکتار، ۱٫۲ تن در هکتار بقایای بیشتر تولید شده، اما مقدار اختلاف بقایای ذرت قابل برداشت در این دو عملکرد، ۱٫۲۵ تن در هکتار است. به بیان دیگر با وجود افزایش تولید دانه و بقایای ذرت، میزان بقایای قابل برداشت نیز ۵۰ کیلوگرم افزایش داشته است.

در سیستم خاکورزی حفاظتی مانند کم خاکورزی یا بدون خاکورزی، پتانسیل برداشت بقایا بسیار بیشتر است. در سیستم خاکورزی حفاظتی و ذرت متناوب، اگر عملکرد دانه ۱۵٫۵ تن در هکتار باشد، می‌توانید سالانه تا ۵۵ درصد از بقایای ذرت را برداشت کنید.

تناوب زراعی

تناوب زراعی نیز بر میزان برداشت بقایای ذرت تأثیر می‌گذارد. این به این دلیل است که کشت ذرت متناوب مقدار بیشتری از بقایای ریشه و ساقه را نسبت به تناوب ذرت-سویا تولید می‌کند. علاوه بر این، بقایای ذرت در مقایسه با بقایای سویا از نسبت کربن-نیترژن بالاتری برخوردار است و در برابر تجزیه مقاوم‌تر است. در تناوب ذرت و سویا،

فقط می توانید ۱۶ درصد بقایای ذرت را با عملکرد ۱۲,۵ تن در هکتار و خاکورزی حفاظتی برداشت کنید. به دلیل کم بودن مقدار بقایای قابل برداشت، جمع آوری یکنواخت آن از مزرعه دشوار است. همین امر در مورد ذرت متناوب تحت خاکورزی متداول نیز صادق است. لذا بهترین سیستم برای برداشت بقایای ذرت، سیستم ذرت متناوب با خاکورزی حفاظتی است.

جدول ۳. سطوح عملکرد و مقدار برداشت بقایای ذرت با روشهای مختلف

عملکرد ذرت دانه‌ای ^۱ (تن در هکتار)	میزان بقایای ذرت (تن در هکتار) ^۲	برداشت ردیفی بقایا با کمباین (برداشت ۵۰٪)	ریک و بیلر (برداشت ۶۵٪)	ساقه خوردکن، ریک و بیلر (برداشت ۸۰٪)
۹,۵	۷,۱	۳,۶	۴,۷	۵,۶
۱۱	۸,۳	۴,۲	۵,۴	۶,۶
۱۲,۵	۹,۴	۴,۷	۶,۲	۷,۵

۱: عملکرد ذرت دانه ای در رطوبت ۱۵,۵ محاسبه شده است.

۲: میزان بقایای ذرت به صورت وزن ماده خشک (تن در هکتار) محاسبه شده است.

روشهای برداشت بقایای ذرت

در سیستم‌های متناوب ذرت با خاکورزی حفاظتی، اگر عملکرد دانه ۱۱ تا ۱۲,۵ تن در هکتار باشد، می‌توانید سالانه ۳۵ تا ۴۴ درصد از بقایای آن را برداشت کنید. با این حال، برداشت دقیق این میزان بقایا مشکل است و ممکن است منجر به برداشت بیش از اندازه بقایا شود.

جدول ۳ میزان بقایای برداشت شده با بیلر به روشهای مختلف را نشان می‌دهد. لازم است دستگاه به گونه ای تنظیم شود که از جمع آوری بیش از حد بقایا جلوگیری شود. روشهای معمول تنظیم بیلر موجب حذف تقریباً ۶۵ درصد بقایا میشود، که این امر بیش از حد مجاز است. برای مثال، شکل ۱ و ۲ برداشت پوشش بقایای سطحی را با حذف هیچ و تقریباً تمام بقایای ذرت در یک سیستم خاکورزی با گاوآهن چیزل نشان می‌دهد.



شکل ۲: پوشش بقایای سطحی پس از ساقه خوردکن و شخم زدن با چیزل در یک مزرعه بدون برداشت بقایای ذرت.



شکل ۱: پوشش بقایای سطحی پس از شخم زدن با چیزل در مزرعه‌ای که بقایای ذرت پس از ساقه خوردکن با ریک و بیلر برداشت شده.

هزینه حذف بقایا

در حالی که ارقام ذرت، حاصلخیزی خاک، شرایط رشد و عملکرد می‌توانند بر ارزش غذایی بقایای ذرت تأثیر بگذارند، هر گونه حذف بقایا به معنای حذف مواد مغذی از مزرعه است. از این رو، ذرتکاران برای حفظ حاصلخیزی خاک باید این مواد مغذی را جایگزین کنند. بقایای ذرت منبع بسیاری از مواد مغذی از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، گوگرد، منیزیم، مس، منگنز و روی است. هنگام محاسبه هزینه برداشت بقایا، لازم است هزینه‌های کودی را برای جایگزینی مواد مغذی حذف شده با بقایا، در نظر گرفته شود. جدول ۴ مقادیر فسفر و پتاسیم را در بقایای ذرت نشان می‌دهد. هزینه جایگزینی مواد مغذی بستگی به قیمت محلی کودها دارد. اگر آزمایش خاک مزرعه شما نیاز به فسفر را نشان می‌دهد، کودهای آلی را به جای کود شیمیایی برای این مزارع مورد استفاده قرار دهید. همچنین برای ذرت متناوب، میزان کود نیتروژن را پس از برداشت بقایای ذرت کاهش دهید (برای حفظ نسبت کربن به نیتروژن). زیرا با وجودی که افزایش کوددهی در مزارعی که بقایای آنها برداشت می‌شود، به جایگزینی برخی از مواد مغذی از دست رفته کمک می‌کند، اما کربن از دست رفته را جبران نمی‌کند. کشاورزان می‌توانند سطح کربن خاک را با برگرداندن بقایا به خاک، تناوب مناسب، افزودن بقایای آلی مانند کود حیوانی یا کود سبز حفظ کنند. از بهترین منابع کربن برای بهبود خاک، استفاده از خاکستر و گیاهان پوششی پاییزه است.

جدول ۴: محتوای مواد مغذی در ساقه و برگ ذرت

ماده مغذی	مقدار مواد مغذی در بقایای ذرت
P ₂ O ₅	۳ کیلوگرم در هر تن بقایای ذرت
K ₂	۱۶ کیلوگرم در هر تن بقایای ذرت

۱: میزان بقایای ذرت به صورت وزن ماده خشک (تن در هکتار) محاسبه شده است.

بر اساس مطالعات مزرعه‌ای هر تن بقایای ذرت در حدود ۱۰ کیلوگرم نیتروژن دارد، اما اگر این بقایا به خاک برگردانده شود، این نیتروژن به راحتی در دسترس محصول بعدی قرار نمی‌گیرد. در عوض، این نیتروژن به تدریج با تجزیه بقایا در دسترس قرار می‌گیرد. نکته دیگر این است که هنگام برداشت بقایا از سیستم ذرت متناوب، می‌توانید میزان کود نیتروژن را برای کشت بعدی ذرت کاهش دهید. زیرا بقایای ذرت به میکروارگانیسم‌های خاک کمک می‌کند تا نیتروژن را برای محصول بعدی حفظ کنند و همچنین به دلیل حفظ نسبت کربن به نیتروژن خاک. تحقیقات نشان داده که برداشت نصف یا تمام بقایای ذرت در سیستم متناوب کشت ذرت میزان مصرف کود نیتروژن بهینه اقتصادی را تا ۱۳ درصد کاهش می‌دهد. این امر برای هر دو سیستم شخم متداول و خاکورزی حفاظتی صادق است. هزینه اصلی حذف بقایای ذرت برداشت و جابجایی است. لازم است هنگام محاسبه کل هزینه برداشت بقایا، تمام هزینه‌ها را در نظر داشته گرفت. علاوه بر هزینه برداشت، مواد مغذی حذف شده در بقایا را نیز در نظر بگیرید. ضمناً نباید هزینه‌های بلند مدت، مانند تأثیر حذف کربن بر خاک را فراموش نمود. کربن خاک نقش مهمی در حفظ حاصلخیزی خاک دارد.

برداشت چوب بلال ذرت

چوب بلال ذرت به سرعت به عنوان یک ماده اولیه مهم برای کارخانه‌های الکل‌سازی (اتانول) شناخته می‌شود. چوب بلال ذرت همواره دارای چگالی و رطوبت بیشتری نسبت به بقایای ذرت است و جمع آوری چوب بلال به ذرتکاران اجازه می‌دهد تا بقایای باقی مانده را به خاک بازگردانند. علاوه بر این، جمع آوری چوب بلال ذرت به تنهایی راحت است و به نیروی کار و عملیات کمتری در زمین نیاز دارد. این کاهش در عملیات کشاورزی باعث کاهش تراکم خاک می‌شود. علاوه بر این، نگهداری چوب بلال ذرت در فضای باز، حداقل فساد صورت می‌گیرد.

جدول ۵: محتوای مواد مغذی در چوب بلال ذرت

ماده مغذی	مقدار مواد مغذی در چوب بلال ذرت
P ₂ O ₅	۱ کیلوگرم در هر تن چوب بلال ذرت
K ₂	۹ کیلوگرم در هر تن چوب بلال ذرت

۱: میزان چوب بلال ذرت به صورت وزن ماده خشک (تن در هکتار) محاسبه شده است.

یک مزرعه معمولی ذرت تقریباً ۱۷۰۰ کیلوگرم چوب بلال خشک در هکتار دارد که حدود ۲۰ درصد از کل بقایای ذرت را تشکیل می‌دهد. در مقایسه با برداشت تمام بقایا، حذف مقدار کمتر بقایا و تنها با برداشت چوب بلال ذرت، تأثیر آن را بر حاصلخیزی طولانی مدت خاک کاهش می‌دهد. این امر باعث می‌شود که برداشت چوب بلال ذرت نسبت به برداشت کل بقایا به یک عمل پایدار در بیشتر سیستم‌های زراعی تبدیل شود.

منابع:

- Brady, N.C. & Weil, R.R. (2002). The nature and properties of soils (13th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall.
- Coulter, J.A. & Nafziger, E.D. (2008). Continuous corn response to residue management and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, 100, 1774-1780. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2008.0170>.
- Fixen, P.E. (2007). Potential biofuels influence on nutrient use and removal in the U.S. *Better Crops*, 91, 12-14.
- Johnson, J.M.F., Reicosky, D.C., Allmeras, R.R., Archer, D., & Wilhelm, W.W. (2006). A matter of balance: Conservation and renewable energy. *Journal of Soil and Water Conservation*, 61, 120A-125A.
- Perlack, R.D., Wright, L.L., Turhollow, A.F., Graham, R.L., Stokes, B.J., & Erbach, D.C. (2005). Biomass as feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: The technical feasibility of a billion-ton annual supply. (DOE Publication No. GO-102005-2135 and ORNL Publication No. TM-2005/66). Springfield, VA: U.S. Department of Commerce National Technical Information Service.
- Plastina, A. (2018). 2008 Iowa farm custom rate survey.
- Sawyer & Mallarino. (2007). Nutrient removal when harvesting corn stover. p. 251-253. In: Integrated crop management.
- Vagts, T. (2005). Nutrient content and value of corn stover. Ames, IA: Iowa State University.
- Wilhelm, W.W., Johnson, J.M.F., Karlen, D.L., & Lightle, D.T. (2007). Corn stover to sustain soil organic carbon further constrains biomass supply. *Agronomy Journal*, 99, 1665-1666

تیرکنده:

دکتر امیرزاد فرد

شرکت توسعه ذرت