

تأثیر باقیمانده‌های ذرت، گندم، و نیشکر سبز بر خصوصیات خاک

صدیقه مکاری و سید فخرالدین افزلی

دوره ۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، صفحات ۱۳۶-۱۲۳

Vol. 4(2), Summer 2018, 123 – 136

DOI: 10.22034/jewe.2018.118098.1238

**Effect of Corn, Wheat, and Green Sugarcane  
Residues on Soil Properties**

Makari S. and Afzali S. F.



[www.jewe.ir](http://www.jewe.ir)

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: مکاری ص. و افزلی س. ف. (۱۳۹۷). تأثیر باقیمانده‌های ذرت، گندم و نیشکر سبز بر خصوصیات خاک. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۴، شماره ۲، صفحات: ۱۳۶-۱۲۳.

**Citing this paper:** Makari S. and Afzali S.F. (2018). Effect of corn, wheat, and green sugarcane residues on soil properties. J. Environ. Water Eng., 4(2), 123 – 136. DOI: 10.22034/jewe.2018.118098.1238

## تأثیر باقیمانده‌های ذرت، گندم و نیشکر سبز بر خصوصیات خاک

صدیقه مکاری<sup>۱</sup> و سید فخرالدین افزلی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup>دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران  
<sup>۲</sup>استادیار، گروه مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

نویسنده مسئول\*: afzalif@shirazu.ac.ir

مقاله اصلی

تاریخ دریافت: [۱۳۹۶/۱۰/۱۹]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۷/۰۶/۱۶]

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۷/۰۶/۱۸]

### چکیده

استفاده از بقایای گیاهی به‌عنوان کود آلی در سیستم‌های کشاورزی پایدار به منظور حفظ حاصل‌خیزی خاک و رسیدن به تولید پایدار اهمیت زیادی دارد. هدف از مطالعه حاضر بررسی بقایای گیاهی گندم، ذرت و نیشکر سبز بر خصوصیات شیمیایی خاک در چند بافت متفاوت خاک است. برای این منظور، آزمایشی گلدانی در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. برای این منظور بقایای کاه و کلش گندم، ذرت و نیشکر سبز به سه خاک با بافت‌های سیلتی لوم، لوم و شنی اضافه و خاک‌ها در شرایط انکوباسیون در دو دوره ۳۰ و ۱۲۰ روزه قرار گرفتند. تغییرات خصوصیات کربن-آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، اسیدیته و شوری خاک تحت تأثیر تیمارهای مختلف بقایای گیاهی بررسی شدند. نتایج نشان داد که میزان کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و اسیدیته خاک با کاربرد بقایای گیاهی به طور معنی‌داری افزایش یافت درحالی‌که شوری خاک تحت تأثیر بقایای گیاهی قرار نگرفت. بقایای نیشکر بر میزان کربن آلی و اسیدیته، بقایای گندم بر میزان پتاسیم و نیتروژن و بقایای ذرت بر فسفر و نیتروژن بیشترین تأثیر را داشت. در این تحقیق مشخص شد که با حفظ ۵۰ درصد از بقایای گیاهی به‌ویژه کاه و کلش گندم، علاوه بر بهبود شرایط فیزیکی شیمیایی خاک نیاز به مصرف عناصر غذایی نیز به طور چشمگیری کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: بقایای گیاهی؛ دژگاه؛ کربن آلی؛ کشت و صنعت امیرکبیر

## ۱- مقدمه

بقایای گیاهی در فراهم کردن عناصر غذایی در خاک، حفظ قدرت باروری خاک، افزایش غلظت ماده آلی خاک، حفظ آب در خاک، کاهش تبخیر، تحریک فعالیت‌های میکروبی، افزایش خاکدانه‌سازی، کاهش نوسانات دمایی و قدرت شخم‌پذیری خاک می‌شود. همچنین این مواد با بهبود ساختمان خاک و افزایش نفوذپذیری آن سبب کنترل رواناب و در نتیجه کاهش فرسایش خاک و در نتیجه موجب کاهش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شوند (Iqbal et al. 2009). علاوه بر کمبود مواد آلی در خاک‌ها، تخریب ماده آلی ناشی از سیستم‌های نادرست زراعی به‌عنوان یک مشکل مهم در اغلب خاک‌ها شناخته شده است. مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی در مناطق خشک با افزایش غلظت نمک در خاک موجب مسمومیت گیاهی می‌گردد (Bullock et al. 2002). یکی از منابع اصلی عناصر غذایی بقایای گیاهی در حال تجزیه از قبیل ریشه‌ها و کاه هستند. بخش عمده‌ی پتاسمی که توسط غلات جذب می‌شود در کاه و کلش آن‌ها تجمع می‌یابد، بنابراین حفظ بقایا بخش مهمی از مدیریت تغذیه‌ی گیاهی است. عمده‌ترین گیاهانی که در مناطق مختلف ایران کشت و بقایای آن‌ها به منظور افزایش مواد آلی و بهبود خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند گندم، ذرت و تا حدودی نیشکر هستند. گندم مهم‌ترین غله و گیاه زراعی است که در تمامی قاره‌ها و بیشتر خاک‌ها در سطح وسیعی کشت می‌شود. بقایای خرد شده گندم درصد نیتروژن کل، کربن آلی و ظرفیت نگهداری آب را افزایش می‌دهد (Blanco-Canqui et al. 2009). ذرت جزء پنج گیاه زراعی مهم دنیا و ایران بشمار می‌رود. این گیاه از قابلیت تولید ماده خشک بالایی برخوردار است. ذرت در ۷۰۰ هزار هکتار از اراضی ایران کشت می‌شود و تولید ۲/۸ درصد از کل غلات را به‌خود اختصاص داده است (FAO 2010). نیشکر گیاهی گرمسیری و قوی‌ترین گیاه زراعی در تبدیل انرژی خورشیدی به ماده خشک گیاهی است که در مقایسه با سایر گیاهان مناطق معتدله توان جذب انرژی خورشیدی بیشتری را داراست. از نیشکر باقیمانده‌های آلی متعددی از جمله باگاس، ملاس، ویناس و فیلترکیک تولید می‌شود که تأثیرات مهمی در بهبود خاک دارند. مطالعات زیادی در بررسی اثرات باقیمانده‌های گیاهی بر خصوصیات خاک انجام شده است. با این حال تاکنون مطالعه جامعی در

خصوص تأثیر باقیمانده‌های نیشکر سبز صورت پذیرفته است. (Akbari et al. 2011) بیان داشتند که بخش عمده پتاسیم جذب شده در گیاه و بیشترین آزادسازی پتاسیم در کاه و کلش باقیمانده در خاک است. لذا استفاده از بقایای گیاهی می‌تواند به‌عنوان یک نهاده آلی و ارزان قیمت با حفظ پایداری حاصلخیزی خاک مدنظر قرار گیرد. (Sadeghi and Kazemeyni 2011) تأثیر مخلوط کردن مقادیر مختلف بقایای گیاهی جو و کود نیتروژن بر درصد رطوبت خاک، شاخص سطح برگ و وزن خشک کل دو رقم جو در شرایط دیم را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که کاربرد ۱۰۰ درصد بقایا و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تأثیر مثبت روی حفظ رطوبت خاک در طول فصل رشد باعث بهبود شاخص سطح برگ در این تیمارها شد. Salehi et al. (2011) نشان دادند که کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک با کاربرد بقایای گیاهی افزایش یافتند. در این مطالعه مشخص شد میزان مطلوب بقایای گیاهی برای کیفیت مناسب خاک حفظ ۵۰ درصد بقایای گیاهی گندم بود. بخش وسیعی از کشور ایران بر روی کمربند خشکی جهان قرار گرفته است بگونه‌ای که نزولات آسمانی بسیار کمی دریافت می‌کند از این رو به طور طبیعی میزان مواد آلی در خاک‌های این مناطق بسیار ناچیز است. لذا برای رسیدن به تولید پایدار حفظ و اضافه کردن بقایای گیاهی به خاک به‌عنوان راه حلی ساده، ارزان و بی‌خطر از نظر زیست محیطی تأثیرات بسیار مفیدی دارد. لذا هدف از پژوهش حاضر ارزیابی اثرات حفظ و اضافه کردن بقایای گیاهی گندم، ذرت و نیشکر بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی و کیفی خاک و همچنین انتخاب بهترین نوع بقایا در افزایش مواد آلی و درصد برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های جنوب ایران است.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

برای انجام این پژوهش دو منطقه با خصوصیات اقلیمی، خاکی و زراعی متفاوت انتخاب شدند. منطقه‌ی اول، منطقه کشت و صنعت نیشکر واحد امیرکبیر با مساحت تقریبی ۱۰۲۲۱ هکتار واقع در ۴۵ کیلومتری جنوب اهواز با مختصات جغرافیایی  $31^{\circ}$  و  $6'$  شمالی و  $48^{\circ}$  و  $18'$  شرقی است (شکل ۱). میانگین ارتفاع این منطقه از سطح دریا



باقیمانده سبز نیشکر ( $N = 0.43 \text{ mg/Kg}$ ) و کاه و کلش گندم ( $N = 0.106 \text{ mg/Kg}$ ) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ( $p > 0.05$ ) درحالی‌که به طور معنی‌داری کمتر از مقدار نیتروژن در بقایای ذرت ( $N = 1.24 \text{ mg/Kg}$ ) بودند. این تفاوت می‌تواند به قدرت زیاد گیاه ذرت در جذب نیتروژن ارتباط داشته باشد. مقدار پتاسیم در بقایای گندم و ذرت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ( $p > 0.05$ ) درحالی‌که این مقادیر به طور بسیار معنی‌داری بیشتر از باقیمانده سبز نیشکر است.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها در جدول (۳) آورده شده است. آنالیز واریانس نشان داد که تمامی صفات مورد بررسی در خاک‌های تیمار شده شامل کربن آلی، پتاسیم، نیتروژن، فسفر، EC و pH در دو دوره زمانی انکوباسیون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند ( $p < 0.01$ ).

### ۳-۲- اثر بقایا بر کربن خاک

شکل (۳) تأثیر تیمارهای مختلف بقایای گیاهی بر مقدار کربن آلی خاک را نشان می‌دهد. میزان مواد آلی خاک به طور معنی‌داری تحت تأثیر بقایای اضافه شده قرار گرفته است و برگرداندن بقایای گیاهی به خاک موجب افزایش معنی‌دار ( $p < 0.01$ ) مواد آلی خاک نسبت به شاهد شد. بیشترین میزان کربن آلی در تیمار بقایای سبز نیشکر و در خاک بسیار شنی و پس از آن در تیمار کاه و کلش گندم در خاک سیلتی لوم مشاهده شد شکل (۳). این شکل نشان می‌دهد که در میان تیمارهای موجود کمترین میزان کربن آلی در تیمار باقیمانده‌ی ذرت و در خاک بسیار شنی دیده شد. همچنین در تمام تیمارها میزان کربن آلی در زمان انکوباسیون ۱۲۰ روزه نسبت به انکوباسیون ۳۰ روزه به طور معنی‌داری بیشتر بوده است ( $p < 0.05$ ).



شکل ۲- وضعیت گلدان‌ها در گلخانه در طول دوره آزمایش  
Fig. 2 The condition of the pots in the greenhouse during the experiment period

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- خلاصه آماری

خلاصه آماری خصوصیات خاک‌های مورد مطالعه در سه کلاس سیلتی لوم، لوم و شنی در جدول (۱) آمده است. آزمون  $t$ -test نشان داد مقدار شوری در منطقه دژگاه (کلاس‌های لوم و شنی) بیشتر از شوری در منطقه کشت و صنعت امیرکبیر است ( $p < 0.05$ ). درحالی‌که مقدار pH در دو منطقه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت ( $p > 0.05$ ). میانگین مقدار ماده آلی در خاک منطقه کشت و صنعت امیرکبیر ( $\text{OM} = 0.03\%$ ) به طور معنی‌داری بیشتر از میانگین ماده آلی در خاک منطقه دژگاه ( $\text{OM} = 0.075\%$ ) بود ( $p < 0.05$ ). در حالی‌که میزان فسفر و نیتروژن در خاک‌های دو منطقه تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند ( $p > 0.05$ ). در منطقه کشت و صنعت امیرکبیر به دلیل شرایط اقلیمی-دمایی مناسب‌تر و گاه‌آب بارندگی بهتر در طول فصل رویش گیاهان میزان ماده آلی بیشتر از منطقه دژگاه است. پتاسیم در خاک منطقه کشت و صنعت امیرکبیر ( $4.2 \text{ mg/Kg}$ ) به طور معنی‌داری کمتر از ( $17.25 \text{ mg/Kg}$ ) پتاسیم خاک منطقه دژگاه است. این تفاوت می‌تواند به ترکیبات فلدسپار موجود در ذرات شن مربوط باشد. مقدار رطوبت در خاک منطقه کشت و صنعت امیرکبیر با داشتن بافت سنگین‌تر به طور معنی‌داری بیشتر از خاک‌های منطقه دژگاه با بافت سبک‌تر است ( $p < 0.05$ ). زیرا خاک‌های سنگین دارای درصد رس بیشتری هستند که موجب جذب بیشتر آب می‌شود. جدول (۲) خصوصیات شیمیایی باقیمانده‌های گیاهی ذرت، کاه و کلش گندم و باقیمانده سبز نیشکر را نشان می‌دهد. مقادیر نیتروژن در

جدول ۱- خلاصه آماری خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه  
**Table 1 Statistical summary of physicochemical properties of studied soils.**

Texture	Field capacity (%)	Initial moisture (%)	potassium (mg/Kg)	C/N	Nitrogen (%)	phophorus (mg/Kg)	Organic carbon (%)	Organic matter (%)	pH	electrical conductivity (dS/m)	<b>Bulk density (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Loam silty	33	1.3	4.20	1.71	0.011	0.80	0.17	0.30	7.31	1.61	<b>1.65</b>
Loam	16	5	17.07	6.32	0.010	0.63	0.06	0.10	7.3	3.25	<b>1.53</b>
Sandy	20	5	17.47	12.9	0.007	1.56	0.09	0.15	7.7	2.17	<b>1.54</b>

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی بقایای گیاهی افزوده شده به خاک‌ها

**Table 2 Chemical properties of plant residues added to soils**

Crop residual	Potassium (mg/kg)	C/N	Nitrogen (mg/kg)	Phosphorus (mg/kg)	pH	EC (ds/m)	Initial moisture (%)
Green sugarcane	1.20	13.5	0.43	0.056	6.8	2.5	3.8
Wheat	300	86	0.106	0.03	6.4	3	2.5
Maize	301	35.4	1.24	-	-	-	2.4

جدول ۳- مقایسه میانگین خاک، زمان و بقایای گیاهی اضافه شده به خاک

**Table 3 Comparison of mean soil, time and plant residues added to soi**

Sources of changes	Df	average of squares					
		pH	EC	Phophorus (mg/Kg)	Nitrogen (%)	potassium (mg/Kg)	<b>carbon (%)</b>
The interaction between the soil and the time factor		0.38	68.4	2.13	0.001	846.5	<b>0.070</b>
Experiment error	23	0.018	4.5	0.10	0.0001	28.6	<b>0.001</b>
Total	47						
Coefficient of variation	71	1.7	37.8	17.2	15.3	19.04	<b>13.62</b>

بر اساس نتایج (Salehi et al. 2011) افزودن بقایای کاه و کلش گندم به خاک در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش معنی‌دار میزان کربن و ماده آلی خاک شده است. در مطالعه حاضر نیز حفظ ۵۰ درصد بقایای گندم میزان کربن خاک را به میزان مناسب (۰.۵۰٪) در خاک حفظ می‌کند. بنابراین برای بهبود ویژگی‌های خاک می‌توان نسبت به حفظ حدود نیمی از بقایای گندم اقدام کرد. افزایش کربن آلی حاصل از افزودن بقایای ذرت در تحقیق حاضر در حدود ۷/۶ درصد در خاک سیلتی، ۰/۲۴ درصد در خاک لوم متوسط و ۰/۱۰ درصد در خاک شنی در زمان انکوباسیون ۱۲۰ روزه بود.

### ۳-۳- اثر بقایا بر پتاسیم خاک

مقدار پتاسیم خاک حاصل از تیمارهای مختلف در سه کلاس خاک در شکل (۴) نشان داده شده است. بیشترین میزان پتاسیم در تیمار کاه و کلش گندم و در خاک لوم است (شکل ۴). میزان پتاسیم در همه‌ی خاک‌های مقایسه شده در زمان ۳۰ روزه‌ی انکوباسیون نسبت به زمان ۱۲۰ روزه میزان بیشتری را دارد شکل (۴). کمترین میزان پتاسیم نیز در تیمار باقیمانده سبز نیشکر مشاهده شد شکل (۴). این نکته برای کاربرد تیمار سبز در مزارع نیشکر بسیار مفید است چون با وجود پتاسیم زیاد خاک‌های کشت و صنعت، افزودن بقایای سبز نیشکر بدون آنکه تأثیر معنی‌داری بگذارد، سایر خواص فیزیکی‌شیمیایی خاک را بهبود بخشیده است. شکل (۴) نشان می‌دهد که بین نیتروژن با فسفر رابطه مثبت و با پتاسیم رابطه عکس دارد. (Soltani et al. 2010) نیز روابط مثبتی را بین جذب عناصر پتاسیم، نیتروژن و فسفر گزارش کردند. بقایای نیشکر کمترین نسبت C/N را در بین تیمارهای مورد استفاده دارد جدول (۲). بنابراین با مدیریت بهینه بقایای غلات می‌توان به افزایش کارایی اکولوژیک سامانه‌های کشاورزی کمک کرد. با توجه به نیاز زیاد به پتاسیم به نظر می‌رسد که مدیریت بقایای گیاهی جایگاه بسیار مهمی در نایل شدن به کشاورزی پایدار را خواهد داشت (Soltani et al. 2010).

با توجه به شکل (۳) مشاهده می‌شود که تیمار باقیمانده سبز نیشکر در هر دو زمان ۳۰ و ۱۲۰ روزه در مقایسه با سایر تیمارها افزایش کربن آلی را منجر شده است. زیرا نیشکر گیاهی گرمسیری و قویترین گیاه زراعی در تبدیل انرژی خورشیدی به ماده خشک گیاهی است که در مقایسه با سایر گیاهان مناطق معتدله توان جذب انرژی خورشیدی بیشتری را داراست. این اختلاف در زمان انکوباسیون ۱۲۰ روزه بسیار مشهودتر است. انجام فعالیت‌های بیولوژیک در خاک وابسته به حضور مواد آلی است زیرا مواد آلی خاک به‌عنوان یک منبع غذایی برای میکروارگانیسم‌ها عمل می‌کنند.

تجزیه مواد آلی در خاک از یک سو سبب تولید هوموس و از سوی دیگر موجب افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و ترشحات آن‌ها می‌شود. (Talgre et al. 2009) نشان دادند که برگشت گیاهان سبز در خاک باعث افزایش کربن و ماده آلی خاک شد که در پی آن فرآیندهای میکروبیولوژیکی حاصلخیزی خاک افزایش یافته و میزان آزادسازی عناصر غذایی قابل استفاده گیاه افزایش یافت. (Abdi et al. 2012) در پژوهشی اثر افزودن بقایای گیاهان به‌عنوان کود سبز بر خاک را طی یک، سه و پنج ماه بررسی کردند. نتایج پژوهش نشان داد که اثر متقابل زمان با گیاه در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار بوده و بیشترین میزان کربن آلی خاک سه ماه بعد از برگرداندن گیاهان به خاک مشاهده شد. کودهای سبز بدلیل C/N پایین آن‌ها و سرعت تجزیه بالا بقایا توسط میکروارگانیسم‌ها، بعد از گذشت یک ماه از اختلاط بقایا با خاک سبب کاهش در میزان درصد کربن آلی خاک شده‌اند. نتایج (Abdi et al. 2012)، با نتایج حاصله از این تحقیق مطابقت دارد. بقایای گیاهانی مانند نیشکر با باقی ماندن در سطح خاک باعث تجمع کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم و برخی دیگر از عناصر غذایی قابل جذب در خاک و بهبود بسیاری از خصوصیات فیزیکی خاک می‌شود. در تحقیق حاضر نیز افزودن بقایای نیشکر سبب افزایش خصوصیات شیمیایی خاک گردید. برداشت بقایای گیاهی از مزارع باعث تهی شدن خاک از مواد آلی شده و خصوصیات فیزیکی خاک به‌تدریج تنزل می‌یابد.























