19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025

نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴

مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

بررسی مدیریت تغذیه در سیستم کشاورزی حفاظتی در گندم آبی

اکبر گندمکار دلیگانی

بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران deligani@gmail.com .

چکیده: عملیات شخم رایج علاوه بر تحمیل هزینه زیاد، موجب تخریب حاصلخیزی خاک نیز میگردد. با تغییر از سیستم کشت مرسوم به کشاورزی حفاظتی با تغییرات مهمی در عملیات زراعی روبرو است. یکی از این تغییرات مدیریت مصرف کود میباشد. این پروژه تحقیقی توسعه ای با هدف بهینه سازی مصرف کودهای اصلی در کشت گندم در شرایط کشاورزی حفاظتی و مقایسه آن با شرایط معمول در اصفهان به اجرا در آمد. این آزمایش شامل سه تیمار ۱- شاهد(مصرف کودها بر اساس عرف زارع)، ۲- تغذیه بهینه کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم با توجه به نتایج آزمون خاک و ۳) تغذیه بهینه در شرایط کشاورزی حفاظتی بود. وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، به بهتر جوانه زدن و سبز شدن دانه‌ها، همچنین استقرار جوانه جو و گلرنگ کمک نمود. کاربرد روش‌های بی و کم‌خاکورزی بهمراه بقایای گیاهی، در کاهش تنش شوری و بهبود رشد گیاه موثر بودند. بیشترین درصد کربن آلی نمونه خاک به ترتیب در سیستم‌های کم خاکورزی و بی‌خاکورزی به دست آمد. شاخصهای تعداد پنجه، ارتفاع بوته، تعداد خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه با تغذیه بهینه افزایش یافتند. کم خاکورزی و بی خاکورزی همراه با وجود بقایای ایستاده گیاهی در سطح خاک، موجب بهبود جوانه زنی و استقرار گیاه گردید. عملکرد دانه و کاه گندم در دو روش حفاظتی و شخم مرسوم تفاوتی با یکدیگر نداشتند.

واژه‌های کلیدی: آمینو اسید، خاکورزی حفاظتی، هیومیک اسید.

مقدمه: اهداف طرح عبارت بودند از بهینه سازی مصرف کودهای نیتروژنی، فسفری و پتاسیمی و بهبود عملکرد و کیفیت گندم در شرایط کشاورزی حفاظتی. استفاده مداوم از خاک ورزی های مرسوم در کشاورزی طی سالیان متمادی و تاثیر آن بر منابع خاک و آب، محیط زیست و اقتصاد تولید منجر به بالارفتن مصرف انرژی و سوخت های فسیلی، افزایش هزینه‌های تولید، کاهش شدید مواد آلی خاک و تنزل کیفیت و سلامت خاک، افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای شده است. بدین منظور طی ۳۰ سال گذشته کشاورزان درصدد یافتن مسیر جدیدی برای مدیریت مزرعه بوده‌اند که مشکلات مذکور را مرتفع سازند. این امر از طریق کاهش دفعات شخم، میزان مناسب بقایای گیاهی نگهداری شده در سطح خاک و استفاده از تناوب زراعی متنوع امکان پذیر بوده که تحت عنوان کشاورزی حفاظتی نام برده میشود. این روش کشاورزی بر مبنای فعال سازی زیستی، اصلاح فیزیکی و بهبود خصوصیات شیمیایی خاک استوار بوده و سعی دارد با حفاظت و بهبود کلیه خصوصیات خاک، بسیاری از عملیات مکانیکی وقت گیر و پرهزینه را به عهده خود خاک واگذار نماید و در نهایت قسمتی یا تمام شخم مکانیکی را به شخم زیستی تغییر دهد.

این مزایا سبب شده که استفاده از روش کشاورزی حفاظتی در شرایط اقلیمی مختلف و انواع خاکها توسعه یابد. با این وجود تغییر از سیستم کشت مرسوم به کشاورزی حفاظتی با تغییرات مهمی درعملیات زراعی روبرو است. یکی از این تغییرات مدیریت مصرف کود بوده که با توسعه کشاورزی حفاظتی در سال‌های اخیر سئوالات متعددی را در رابطه با تغذیه محصولات زراعی مطرح نموده است. با سیستم‌های شخم متفاوت، بسیاری از خصوصیات فیزیکی خاک، واکنش های شیمیایی، فعالیت های میکروبی و الگوی رشد ریشه تغییر نموده و در نتیجه مدیریت کوددهی متفاوت ضرورت خواهد داشت. افزون بر این از آنجا که راه حل یکسان و قاطعی برای همه شرایط وجود ندارد، ممکن است محاسن بعضی روش ها، بسته به شرایط منطقه تغییر کند. از اینرو ضروری است تا در شرایط متنوع اقلیمی کشور به ویژه در مناطقی که به طور ذاتی ازمحدودیت های ناشی از کمبود مواد آلی خاک در امر تولید محصولات کشاورزی رنج میبرند، امکان بهره گیری از مزایای خاک ورزی حفاظتی مورد بررسی قرار گیرد و همزمان با آن، مدیریت های کوددهی و تدارک عناصرغذایی در این شرایط آزموده شود. فواید اقتصادی این پروژه اصلاح توصیه مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برنامه غذایی گندم تحت کشاورزی حفاظتی بوده تا به تولید پایدار منجر گردد.

مواد و روشها: این پروژه در مزرعه گندم آبی اصفهان از مهر ماه سال ۱۴۰۱ به مدت دو سال زراعی به اجرا درآمد. تیمارها: این آزمایش شامل سه تیمار ۱- شاهد(مصرف کودها بر اساس عرف زارع)، ۲- تغذیه بهینه کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم در شرایط معمول(آزمون خاک)، به اضافه کاربرد هومیک اسید و فولیک اسید بصورت کود آبیاری در آبیاری اول و اواخر پنجه دهی و محلولپاشی آمینو اسید و کود کامل حاوی ریزمغذی در اواخر پنجه دهی، ۳- تغذیه بهینه کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به اضافه کاربرد هومیک اسید و فولیک اسید بصورت کود آبیاری در آبیاری اول و اواخر پنجه دهی و محلولپاشی آمینو اسید و کود کامل حاوی ریزمغذی در اواخر پنجه دهی، در شرایط کشاورزی حفاظتی بود. این پروژه در زمینی با سابقه شش سال کشاورزی حفاظتی اجرا گردید. بقایای ایستاده گیاهی، کشت قبلی در سطح خاک حفظ گردید. شیوه مصرف کود پایه در کرت کشاورزی حفاظتی به صورت نواری همزمان با کاشت دانه توسط دستگاه بود. از رقم گندم نارین(مقاوم به شوری) به میزان ۱۰۰کیلوگرم در هکتار استفاده شد. بذرمال(آغشته نمودن بذر): مصرف یکصد گرم هیومیک اسید مایع و ده گرم سولفات روی به ازای ۱۰ کیلوگرم بذر گندم. ابعاد آزمایش، عرض هر کرت آزمایش ۱۰ متر و طول آن ۳۰ متر بود. در نتیجه مساحت کاشت هر کرت آزمایشی معادل ۳۰۰ متر مربع و مساحت کل آزمایش۹۰۰ متر مربع بود. نقشه اجرای آزمایش و آماده سازی زمین، کشت و شیوه آبیاری: در قطعه خاک ورزی مرسوم آماده سازی زمین به شیوه عرف زارع (شخم برگردان دار و دیسک) اما قطعه کشاورزی حفاظتی با شخم حداقل شامل دو مرتبه دیسک بود و پس از آن کشت با بذرکار خطی کار کودکار آمازون انجام گردید. نمونه برداری: قبل از کشت یک نمونه مرکب خاک (از عمق ۰ تا ۲۰ سانتیمتری) در محل آزمایش تهیه و برخی از ویژگی-های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل تجزیه روتین و غلظت عناصرکم مصرف شامل آهن، روی، منگنز و مس اندازه گیری گردید. در هنگام برداشت با حذف یک متر از ابتدا و انتهای هر سه کرت آزمایشی، تعداد ۱۰ نمونه یک متر مربعی به طور جداگانه از هر کرت عملکرد کل و دانه ثبت گردید. اجزای عملکرد شامل تعداد پنجه در مترمربع در انتهای پنجه زنی، تعداد خوشه در متر مربع،

ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشه، وزن هزاردانه نیز در هر کرت اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون تی در سطح احتمال پنج درصد انجام و مقایسه میانگین صفات به روش دانکن انجام شد.

نتایج و بحث: بر اساس نقشه بیوکلیماتیک ایران(روش آمبرژه) ایستگاه کبوترآباد اصفهان در اقلیم خشک سرد قرار دارد. متوسط مقدار بارندگی سالیانه منطقه ۱۴۲/۴میلی‌متر اندازه‌گیری شده است. میزان تبخیر پانزده برابر بیشتر از مقدار بارندگی است. که نشان دهنده اقلیم خشک این ناحیه می‌باشد. نوسانات دما و بارندگی نیز طی سال‌های متوالی قابل توجه می‌باشند. این پژوهش در مزارع کبوتر آباد اصفهان با مختصات جغرافیایی ۲۹/۵۲ ۳۰ ۳۲ شمالی و ۵/۶۲ ۵۰ ۵۱ شرقی و ارتفاع ۱۵۴۴ متر اجرا گردید. خاک‌های منطقه مورد مطالعه از نظر تیپ اراضی بر روی واحد تراس‌های آبرفتی رودخانه‌ای و از نظر ژئومورفولوژیکی روی تراس اول رودخانه زاینده رود تشکیل و تکامل یافته‌اند.

جدول۱- برخی از ویژگی‌های فیزیک وشیمیائی خاک سایت خاکورزی حفاظتی اصفهان*

عمق	pH	EC	$CaCO_3$	OC	K	P	Fe	Mn	Zn	Cu	رس	سیلت	شن*
(cm)		$dS\ m^{-1}$	٪	٪	$mg\ kg^{-1}$							٪	
۰-۳۰	۷/۵	۴/۱	۳۶/۸	۱/۳	۳۱۱/۰	۱۲/۰	۰/۹	۸/۵	۰/۵۵	۱/۰	۳۱	۴۶/۵	۲۲/۵

*silty clay loam

سری غالب خاک کبوتر آباد اصفهان(Calcisols FAO) Fine, Mixed,Thermic, Typic Calciargids میباشد. اراضی این منطقه در گروه خاک کلاسIIs طبقه بندی شده‌اند. خاکی آهکی(۴۰/۵ درصد)، رسی(۳۱ درصد) با شوری متوسط(۴/۱دسی‌زیمنس برمتر) بود. آهن قابل جذب خاک نیز پائین است. کلاس بافت خاک سیلتی-کلی-لوم است(جدول۱). این سری خاک ازسری‌های غالب خاکهای مناطق با اقلیم خشک و نیمه خشک دشت‌های ایران است. سیستم‌های کم خاکورزی و بی‌خاکورزی موجب افزایش کربن آلی خاک گردیدند.

عملکرد گندم: تغذیه بهینه بهمراه کاربرد هیومیک اسید و آمینو اسید(مواد محرک رشد) موجب دو تن در هکتار افزایش عملکرد دانه و کاه گندم گردید. شاخصهای تعداد پنجه، ارتفاع بوته، تعداد خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه با تغذیه بهینه افزایش یافتند(جداول ۲ و۳). کم خاکورزی همراه با وجود بقایا در سطح خاک، موجب بهبود جوانه زنی و استقرار گیاه گردید. عملکرد دانه و کاه گندم در دو روش خاکورزی حفاظتی و شخم مر سوم تفاوتی با یکدیگر ندا شتند. خاکورزی و بقایای

گیاهی دارای اثرات آنی و درازمدت بر گیاهان زراعی می‌باشند. عمق فعالیت ریشه گیاه گندم ۳۰-۰ سانتیمتری سطح خاک ا ست. همین عمق بی شترین تاثیر را از شخم و بقایای گیاهی می‌گیرد. از اینرو در همان سال اول روش کم خاکورزی و وجود بقایا در سطح خاک می‌توانند اثرمثبت بر ر شد و عملکرد گیاه گندم دا شته با شند. کاربرد روش‌های بی و کم‌خاکورزی بهمراه بقایای گیاهی، در کاهش تنش شوری و بهبود رشد گیاه موثر بودند.

جدول۲- نتایج داده‌های اثر تغذیه بهینه بر عملکرد و خصوصیات رویشیگندم۱۴۰۲

تیمار	کاه (تن در هکتار)	دانه (تن در هکتار)	شاخص برداشت* درصد	تعداد پنجه در متر مربع	ارتفاع بوته cm	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه گرم
عرف زارع	۶/۳b	۵/۶c	۴۷	۵۵۲b	۸۹b	۳۱۹c	۲۹b	۳۴/۵b
بهینه با شخم	۸/۲a	۶/۶b	۴۴/۶	۵۷۷a	۹۹a	۳۷۰b	۳۴a	۴۵/۲a
بهینه حفاظتی	۸/۴a	۷/۴a	۴۷	۵۹۵a	۱۰۷a	۳۹۷a	۳۴a	۵۰/۰a

جدول۳- نتایج داده‌های اثر تغذیه بهینه بر عملکرد و خصوصیات رویشیگندم۱۴۰۳

تیمار	کاه (تن در هکتار)	دانه (تن در هکتار)	شاخص برداشت* درصد	تعداد پنجه در متر مربع	ارتفاع بوته cm	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه گرم
عرف زارع	۵/۹b	۵/۳b	۴۷	۵۳۲b	۸۳b	۳۰۵c	۲۴b	۳۳b
بهینه با شخم	۷/۶a	۶/۶a	۴۶/۵	۵۶۰a	۹۴a	۳۵۸b	۳۱a	۴۳a
بهینه حفاظتی	۷/۲a	۶/۷a	۵۲	۵۷۰a	۹۵a	۳۳۰a	۳۱a	۴۵a

*شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به عملکرد کل گیاه میباشد.

تجزیه دانه و کاه و کلش :کاربرد تغذیه بهینه همراه با هیومیک و آمینو اسید موجب افزایش غلظت عناصر نیتروژن، فسفر وپتاسیم در (نمونه مرکب) دانه و کاه گندم گردید. علاوه بر این موضوع موجب غنی شدن بذر گندم و افزایش ارزش غذائی آن میگردد. بذر گندم قوی‌ترین مصرف کننده عناصرغذائی در بین اندام‌های گیاه می‌باشد. در نتیجه مواد و عناصرغذائی از دیگر اندام‌های گیاه حرکت کرده و در بذر جمع می‌گردند. خاکورزی حفاظتی و وجود بقایای گیاهی کاهش تشکیل سله و افزایش کیفیت ،ساختمان خاک، میکروارگانیسمها و ... موجب بهبود خصوصیات رایزوسفر و در نتیجه افزایش راندمان جذب عناصر غذائی و استفاده بهینه از کود کاربردی میگردد.

جدول۴- اثر تغذیه بهینه بر درصد عناصر در نمونه مرکب کاه و دانه گیاه گندم۱۴۰۲

تیمار	نیتروژن	فسفر کاه	پتاسیم	نیتروژن	فسفر دانه	پتاسیم
عرف زارع	۱/۲۳	۰/۵۱	۱/۰	۲/۰۷	۰/۵۴	۰/۳۵
بهینه با شخم	۱/۳۴	۰/۵۱	۱/۱۳	۲/۱۸	۰/۶	۰/۳۹
بهینه حفاظتی	۱/۳۴	۰/۶۸	۱/۱۸	۲/۱۵	۰/۶۸	۰/۳۹

جدول۵- اثر تغذیه بهینه بر درصد عناصر در نمونه مرکب کاه و دانه گیاه گندم۱۴۰۳

تیمار	نیتروژن	فسفر کاه	پتاسیم	نیتروژن	فسفر دانه	پتاسیم
عرف زارع	۱/۲۰	۰/۴۷	۰/۹	۲/۱	۰/۵	۰/۳۱
بهینه با شخم	۱/۲۸	۰/۵۳	۱/۰۷	۲/۲	۰/۵۶	۰/۳۵
بهینه حفاظتی	۱/۳۱	۰/۵۲	۱/۰۵	۲/۲۲	۰/۵۵	۰/۳۶

تحلیل اقتصادی: تغذیه بهینه در مجموع موجب دو تن افزایش تولید دانه و دو تن افزایش کاه گندم گردید. با توجه به قیمت روز دانه و کاه گندم، ارزش اقتصادی این افزایش تولید حداقل شصت میلیون تومان در هر هکتار است. همچنین با کاربرد روش کم خاکورزی در هزینه های تهیه بستر نیز، صرفه جوئی زیادی میگردد. حداقل هزینه شخم و تهیه بستر ده میلیون تومان در هکتار است.

فهرست منابع

۱-افضلی نیا ص(۱۴۰۰)، کتاب خاکورزی حفاظتی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران.

2.Chim B K, Osborne SL and Lehman RM,(2022), Short-term corn yield response associated with nitrogen dynamics from fall-seeded cover crops under no-till dryland conditions, agrosystems,geosciences & vironment.
3.Eckert, D.J.(2008). Best management practices:managing fertility in no-till. Ohio state university extension, department of horticulture and crop science. ohioline.osu.edu/agf- fact/0209.html.
4.FAO.(2008)Conservation agriculture. food and agricultural organization of the united states. http://www.fao.org/ag/ca/index.html.
5.Thapa B, Khanal BR, Marahatta S.(2019) Effect of conservation agriculture on yield and yield attributing properties of wheat, advances in plants& agriculture research,Vol 9, Issue 2.

6.Zhang J, Bian Q, Miao Q , Jiang X, Wang Y,(2021), Maize productivity response to combined tillage and mulching in coastal saline zones, agronomy journal, Vol 92, Issue 3.

Nutrients management under conservation agriculture system for irrigated wheat

A Gandomkar deligani
Soil and water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran. deligani@gmail.com

Abstract: It has become common place to consider ploughing as an agricultural practice that destroys soil fertility. The transition from conventional cultivation systems to conservation agriculture is faced with significant changes in agricultural operations. This development research project was implemented with the aim of optimizing the consumption of N P K fertilizers in wheat cultivation under conservation agricultural conditions and comparing it with conventional conditions in Esfahan(Kabutarabad agricultural research station). The experiment included three treatments: 1-control (use of fertilizers based on farmer's practice), 2-optimal nutrition of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers based on soil test results, and 3- optimal nutrition under conservation agriculture conditions. The use of no-till and low-till methods with plant residues has been effective in reducing soil salinity stress. The highest percentage of soil organic carbon(SOC) was obtained in low tillage and no tillage systems, respectively. The presence of plant residues on the soil surface helped better germination and greening of seed, as well as establishment of wheat sprouts. Optimal nutrition along with the application of humic acid and amino acids (growth stimulants) resulted in an increase of two tons per hectare in the yield of wheat grain and straw. Plant residues plus minimum and no tillage treatment with salty soil and water increased the wheat biomass and grain yield significantly. Effect of tillage treatments on the crop yield were same. This showed the superiority of low tillage and no-tillage compared to the conventional tillage.

keywords: aminoacid, conservation tillag, humicacid, plant residues,