

اثر بقایای گیاهی و کود نیتروژن بر خصوصیات زیستی خاک و شاخص های کارایی مصرف نیتروژن و میزان توزیع مجدد ماده خشک در گندم

- فاطمه خمیدی، دانشگاه چمران اهواز (نویسنده مسئول)
- موسی مسگرباشی، دانشگاه چمران اهواز
- پیمان حسینی، دانشگاه چمران اهواز
- نعیمه عنایت ضمیر، دانشگاه چمران اهواز
- معصومه فرزانه، دانشگاه چمران اهواز

تاریخ دریافت: آذر ماه ۹۳ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۹۴
پست الکترونیک نویسنده مسئول: fakhra4061@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی تاثیر بقایای گیاهی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات بیولوژیک خاک، شاخص های کارایی نیتروژن و میزان توزیع مجدد ماده خشک در گندم، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد بقایای گیاهی (CR1: ۵۰٪ کاه و کلش جو، CR2: ۵۰٪ کاه جو + ماشک گل خوشه ای (کود سبز)، CR3: ماشک علوفه ای، CR4: کاه کامل گندم، CR5: کلزا + ماش (کود سبز)، CR6: ۲۵٪ کاه گندم، CR7: ماش دانه ای، CR8: بدون کاربرد بقایا) به عنوان کرت اصلی و سطوح مختلف کود نیتروژن (F1: ۱۶۰، F2: ۲۷۰ و F3: ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که کاربرد همزمان کاه و کلش جو + ماشک و بقایای کلزا + ماش باعث افزایش تنفس میکروبی و کربن بیوماس میکروبی خاک می شود. همچنین اثر متقابل بقایا و کود نیتروژن بر خصوصیات زیستی خاک معنی دار شد و افزایش کود نیتروژن تا سطح ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار بدون کاربرد بقایای گیاهی باعث کاهش ۱۶/۲ درصدی تنفس و در تیمار کاربرد کاه کامل گندم سبب افزایش ۱۱/۸ درصدی تنفس میکروبی خاک گردید. بیشترین میزان کربن بیوماس خاک در تیمار ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار بود که با تیمار ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری نداشت. با افزایش کود نیتروژن از ۱۶۰ تا ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی مصرف نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن، کارایی به کارگیری نیتروژن و شاخص برداشت نیتروژن کاهش یافت. کاربرد بقایای گیاهی، شاخص های کارایی نیتروژن را نسبت به تیمار بدون کاربرد بقایا افزایش داد. همچنین میزان توزیع مجدد ماده خشک در گندم با افزایش نیتروژن افزایش یافت در حالی که بین سطوح ۲۷۰ تا ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری از لحاظ کارایی توزیع مجدد وجود نداشت. در نهایت تیمارهای CR2F2 و CR5F2 به عنوان تیمارهای برتر در این تحقیق معرفی شدند.

کلمات کلیدی: بقایای گیاهی، تنفس میکروبی، کربن بیوماس میکروبی خاک، کارایی نیتروژن، توزیع ماده خشک

The effect of crop residue and nitrogen fertilizer levels on soil biological properties and nitrogen indices and redistribution of dry matter in wheat (*Triticum aestivum*)

By:

- F. Khamadi, (Corresponding Author), Shahid Chamran University of Ahvaz
- M. Mesgarbashi, Shahid Chamran University of Ahvaz
- P. Hosaibi, Shahid Chamran University of Ahvaz
- N. Enaiat, Shahid Chamran University of Ahvaz
- M. Farzaneh, Shahid Chamran University of Ahvaz

Received: November 2014

Accepted: December 2015

In order to evaluate the effect of crop residue and nitrogen fertilizer levels on soil biological, nitrogen indices and redistribution of dry matter in wheat, experimental design with 3 replicates was employed. Treatments were crop residue (CR1: 50% barley straw, CR2: 50% barley straw + vetch, CR3: vetch (green manure), CR4: 100% wheat straw, CR5: rape residue + mungbean (GM), CR6: Vigna radiata (GM), CR7: 25% wheat straw, CR8: No crop residue incorporation) as main plot, and nitrogen fertilizer levels (F1: 160, F2: 270, F3: 360 kg/ha) as subplot. The result of this research showed that the highest respiration microbial and microbial biomass carbon (MBC) were obtained in CR2: barley straw + vetch (GM), and CR5: rape residue + mungbean (GM) incorporation. Interaction crop residue and nitrogen fertilizer on biological soil was significant and CR8F1 treatment decreased basal respiration microbial 16.2 percentage relative to CR8F3, and CR4F1 increased BRM 11.8 percentage compared to CR4F3. Nitrogen indices decreased with increasing N fertilizer from 160 to 360 kg/ha. Crop residue incorporation increased nitrogen indices compared to No crop residue application. Dry matter redistribution increased with nitrogen applied. No difference significant between 270 and 360 kg N ha⁻¹ related to redistribution efficiency. In final CR2F2 and CR5F2 were the best treatments.

key Words: crop residue, Microbial Biomass Carbon, microbial respiration, nitrogen indices

اقدام می کنند (Juanet *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2007; Yusteet *et al.*, 2008). میزان کربن و نیتروژن خاک دو عامل عمده ای هستند که بر روی فعالیت میکروبی خاک تاثیر می گذارند. Liang *et al.*, 2005 نشان دادند که قرار دادن کود آلی (کاه و کلش و کود سبز) در اطراف ریزوسفر و یا خارج از ریزوسفر سرعت تنفس را در ریزوسفر توده خاک افزایش و فعالیت آنزیم های اوهره آز، فسفاتاز و دهیدروژناز و همچنین جذب عناصر غذایی توسط گیاه جو را بهبود داده است و تاثیر قابل توجهی در فعالیت میکروبی و فعالیت آنزیمی داشته است. یافته های Lupwayiet *et al.*, 2010 نشان داد که کاربرد تناوب زراعی باعث افزایش تعداد و فعالیت جامعه میکروبی خاک می گردد. در تناوب زراعی برگرداندن بقایای گیاهان مختلف به خاک باعث افزایش کربن آلی خاک می گردد و شرایط برای فعالیت جامعه میکروبی خاک بهبود می یابد. یافته های Houxet *et al.*, 2011 نشان داد که وجود گیاهان لگومینوز مانند سویا در تناوب زراعی باعث افزایش نیتروژن، فسفر و فعالیت میکروبی خاک شد.

همچنین کود نیتروژن به خصوص در شکل معدنی آن می تواند تاثیرات مثبت یا منفی بر روی بیوماس میکروبی خاک داشته باشد. گزارش شده است که کاربرد کودهای غیر آلی در شرایط محدودیت عناصر غذایی می تواند اثر محرک بر رشد میکروبی داشته باشد، به

مقدمه

کشاورزی پایدار بر پایه مدیریت کارآمد عناصر تولید در جهت بهبود کیفیت خاک استوار است. مدیریت اراضی اثر مهمی بر خصوصیات بیولوژیک و شیمیایی خاک از طریق افزایش یا کاهش مواد آلی خاک دارد. کیفیت خاک نه تنها به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک وابسته است بلکه ارتباط نزدیکی با خصوصیات بیولوژیکی آن دارد (Govaertset *et al.*, 2007). یک سیستم ریشه ای فعال، ترکیباتی را به طور منظم به محیط ریشه گیاه آزاد می کند. این ترکیبات سبب رشد و افزایش جامعه میکروبی خاک شده که به دنبال آن تنوع کارکردی را تحت تاثیر قرار می دهد (Bending *et al.*, 2002). اهمیت جوامع میکروبی برای کارکرد یک اکوسیستم به دلیل نقش مهمی است که در فرآیندهای خاک که تعیین کننده تولید گیاه می باشند ایفا می کنند. نخستین عامل محدود کننده زیستی در اکثر خاک ها، فعالیت میکروبی برای تجزیه کربن آلی است. وقتی مواد گیاهی حاوی کربن به خاک افزوده شود، میکروب های تجزیه کننده برای کربن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد، کلسیم و غیره مورد نیاز خود به دو منبع شکل های در دسترس این عناصر موجود در خود خاک و مواد آلی اضافه شده به خاک متکی هستند، بنابراین با اضافه شدن بقایای گیاهی این میکروب ها به تجزیه بقایای گیاهی

نیترژن با مصرف کمترین سطح کودی نیترژن به دست آمد. Wang *et al.*, 2007 افزایش کارایی جذب نیترژن را با کاربرد مستمر و سالانه بقایای گیاهی گزارش کردند و افزایش سطح نیترژن مصرفی از صفر تا ۲۲۱ کیلوگرم در هکتار را منجر به کاهش کارایی جذب نیترژن دانستند.

Pandiarajet *et al.*, 2015 اظهار داشتند که با مدیریت صحیح بقایای گیاهی همراه با مصرف کود نیترژن و یا زیر خاک کردن لگوم، اقتصاد نیترژن در سامانه کشت بهبود یافته و بهره وری در کوتاه مدت ارتقا می یابد. Surekhaet *et al.*, 2008 کاربرد همزمان کاه و کلش برنج و گیاه لگوم را منجر به افزایش نیترژن خاک و افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانستند. این محققان حضور گیاهان لگوم در تناوب را سبب افزایش فعالیت ریزوبیوم ها و باکتری های حل کننده فسفات دانستند.

از آن جایی که کاربرد بقایای گیاهی و عناصر پرمصرف نقش مهمی بر خصوصیات خاک و کارایی منابع تولید دارد این آزمایش با هدف بررسی اثر بقایای گیاهی و سطوح مختلف کود نیترژن بر شاخص های کارایی نیترژن، شاخص های بیولوژیک خاک و کارایی توزیع مجدد ماده خشک گندم در شرایط آب و هوایی اهواز انجام شد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی شاخص های کارایی نیترژن، خصوصیات زیستی خاک در مراحل مختلف رشد گندم، میزان و کارایی توزیع مجدد ماده خشک در گندم تحت تاثیر بقایای مختلف گیاهی و سطوح مختلف کود نیترژن، پژوهشی در مزرعه تحقیقاتی - آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال های زراعی ۹۳-۱۳۹۱ انجام شد. آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجراء گردید. مزرعه پژوهشی با موقعیت ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه عرض جغرافیایی و ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی طول جغرافیایی و در حاشیه غربی رود کارون با ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا قرار دارد. خاک مزرعه دارای بافت سیلنی - لومی، pH ۷/۹ و EC ۲/۸۶، نیترژن ۰/۰۷۷ درصد، فسفر ۶/۵ پی پی ام و پتاسیم ۲۱۰، کربن آلی ۰/۸۰ درصد بود. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد بقایای گیاهی (CR1: ۵۰ کاه و کلش جو، CR2: ۵۰ کاه جو + ماشک گل خوشه ای (کود سبز)، CR3: ماشک علوفه ای، CR4: کاه کامل گندم، CR5: کلزا + ماش (کود سبز) CR6: ۲۵ کاه گندم، CR7: ماش دانه ای، CR8: بدون کاربرد بقایا) به عنوان کرت اصلی و سطوح مختلف کود نیترژن (F1: ۱۶۰، F2: ۲۷۰، F3: ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند. مزرعه انتخابی در سال های ۹۲-۱۳۹۱ (سال اول آزمایش) به منظور تامین بقایای طبیعی مورد استفاده در آزمایش کشت گردید و اعمال تیمارها در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. جهت اجرای عملیات آماده سازی ابتدا در اواسط پاییز زمین شخم زده و کرت بندی شد. طول هر کرت فرعی ۴ متر و عرض آن ۲/۵ متر در نظر گرفته شد و محصولات زراعی نیز به این صورت کشت شدند، گندم (رقم چمران) با تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع، کلزا (رقم هایلو) با تراکم ۱۲۰ بوته در مترمربع، جو پابلند (رقم کارون) با تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع در اواخر پاییز به صورت ردیفی کاشت و در زمان رسیدگی کامل برداشت شدند. مدیریت بقایای گیاهی به این صورت انجام گرفت که کلیه محصولات زراعی کشت شده

نحوی که کاربرد کود نیترژن باعث تولید حجم بالاتری از بیوماس گیاهی تولیدی می شود که در صورت برگرداندن کاه و کلش و بقایای آن ها به خاک سوسترای کربنی بیشتری جهت تولید انرژی برای جمعیت میکروبی فراهم می گردد (Speed- *et al.*, 2008; Treseder *et al.*, 2004). این درحالی است که غلظت های زیاد کودهای شیمیایی می تواند سبب کاهش زیست توده میکروبی خاک شود. He *et al.*, 2013 عنوان داشتند که پتانسیل اسمزی محلول خاک که در نتیجه افزودن نیترژن اضافی به خاک افزایش می یابد منجر به تنش اسمزی و مرگ سلولی ریزجانداران حساس می شود. همچنین یافته های برخی از پژوهشگران نشان می دهد که سطوح بالای کود نیترژن بر روی آنزیم های تجزیه کننده مواد آلی اثر می گذارند. کاربرد بلند مدت مقادیر زیاد کود نیترژن می تواند منجر به غیرفعال شدن آنزیم لیگنیناز شود و در نتیجه قابلیت استفاده منابع کربنی از مواد آلی مثل سلولز و لیگنین را در خاک توسط میکروب ها کاهش دهد (Ladd *et al.*, 1994; Zhang *et al.*, 2005). بیان داشتند که کود نیترژن از طریق اثرات غیرمستقیم مثل تاثیر بر pH خاک بر فعالیت بیولوژیک خاک موثر است. به طوری که در مناطقی با خاک های با pH اسیدی مصرف زیاد کود نیترژن باعث سمیت عناصر آلومینیوم و بور و شسته شدن کاتیون های اساسی خاک می شود که سبب کاهش بیوماس، فعالیت و تنوع میکروبی خاک می گردد.

از جمله اهداف بلند مدت کشاورزی پایدار افزایش کارایی منابع از سطح تولید تا مصرف محصولات می باشد. به نظر محققین در شرایط موجود و مواجه با فشارهای رو به تزاید اقتصادی و محیطی بوم نظام های زراعی رایج، به منظور توسعه پایدار بوم نظام های زراعی می بایست تحقیقات گسترده ای در جهت افزایش کارایی مصرف نیترژن به خصوص در مناطق نیمه خشک صورت پذیرد (Mahler *et al.*, 1994). کارایی استفاده از نیترژن در محصولات دانه ای در کشورهای پیشرفته ۱۵ کیلوگرم دانه به ازای هر کیلوگرم مصرف نیترژن است. کارایی جهانی باز یافت کودهای نیترژنی برای تولید غلات ۳۳ درصد گزارش شده است که این میزان در کشورهای درحال توسعه و پیشرفته به ترتیب ۲۹ و ۴۲ درصد می باشد. از جمله دلایل پایین بودن راندمان جذب نیترژن آزادسازی نیترژن از بافت های گیاهی، دنتریفیکاسیون، آبشویی و تصعید آمونیوم می باشد (Raun and Johnson., 1991; Tariq Jan *et al.*, 2010). نشان داد که استفاده از کود نیترژن نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیترژن) کارایی جذب نیترژن را بهبود داد و اظهار داشتند که آزادسازی تدریجی نیترژن (نیترژن آزاد شده از بقایای گیاهی و گیاهان کود سبز) نسبت به آزادسازی سریع آن (نیترژن آزاد شده از کودهای شیمیایی) کارایی جذب نیترژن را افزایش داده است. Rahimzadehetal., 2010 نشان دادند که کارایی مصرف جذب و کارایی بهره وری نیترژن در میان تناوب های زراعی مختلف متفاوت بود و تحت تاثیر مقادیر متفاوت کود نیترژن مصرفی قرار گرفت در حالی که برگشت بقایای محصول پیش کاشت گندم تاثیر معنی داری بر کارایی مصرف نیترژن نداشت. همچنین نتایج ایشان نشان داد که با افزایش سطح نیترژن مصرفی در تمامی تناوب های زراعی شاخص کارایی نیترژن کاهش یافت. نتایج پژوهش Mon-temuroet *et al.*, 2006 نشان داد که واکنش جذب نیترژن و کارایی مصرف نیترژن و شاخص برداشت نیترژن با افزایش مقادیر نیترژن مصرفی کاهش معنی داری یافت و بیشترین مقدار کارایی جذب

نتایج و بحث

تنفس میکروبی خاک

براساس نتایج حاصل از آزمایش اثر بقایای گیاهی و کود نیتروژن و برهمکنش بین آن‌ها بر میزان تنفس میکروبی خاک معنی دار شد. به طوری کلی نتایج آزمایش نشان داد که افزودن بقایای گیاهی و لگوم های تثبیت کننده ازت به خاک نسبت به تیمار بدون کاربرد بقایا سبب افزایش این پارامتر شد. به طوری که بیشترین تنفس میکروبی خاک در تیمارهای CR2: ۵۰٪ کاه جو + ماشک گل خوشه ای (کود سبز)، و CR5: کلزا + ماش (کود سبز) حاصل شد.

اثر متقابل بقایای گیاهی و کود نیتروژن بر تنفس میکروبی معنی دار شد. کاربرد ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در تیمار بدون بقایا باعث کاهش ۱۶/۲ درصدی تنفس میکروبی خاک شد در حالی که بیشترین این مقدار در تیمار کاه گندم+ماش در سطح کودی ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. و در تیمار کاربرد کاه کامل گندم مصرف ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مرحله پنجه زنی سبب افزایش ۱۱/۸ درصدی تنفس خاک شد. این امر مبین آن است که افزودن کود بیشتر در صورتی مفید خواهد بود که همراه با افزوده شدن بقایای آلی به خاک باشد.

نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین تنفس میکروبی خاک در مرحله پنجه زنی مربوط به تیمار های کاربرد کود سبز (CR: ماشک گل خوشه ای و CR: ماش) بود. و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی مربوط به کاربرد کاه کامل گندم بود (جدول ۱). Marileset al., 2009 اینگونه اظهار داشتند که خصوصیات میکروبی خاک تغییرات کیفیت بستر خاک را منعکس می کند و بنابراین می تواند به عنوان شاخص زیستی سلامت خاک مورد استفاده قرار گیرند. بر طبق نظر Bossataet al., 1999 تعریف کیفیت بستر خاک، تعداد مراحل آنزیمی که نیاز است تا از ترکیبات آلی کربنی یک ملکول CO₂ آزاد شود، بنابراین بقایای گیاهی با نسبت C/N بالاتر، مراحل آنزیمی بیشتری نیاز دارند تا از ترکیبات کربنی یک اتم کربن آزاد شود و میزان تنفس میکروبی کم می شود. Franchiniet al., 2007 اثر سه تناوب مختلف زراعی با استفاده از گیاهان سویا، ذرت، گندم و لگوم (لوپین) و یولاف را در دو سیستم کاشت بدون شخم و خاکورزی متداول بر ویژگی های خاک بررسی کردند، اظهار داشتند که میزان CO₂ متصاعد شده از بقایای لگوم ۱۳ درصد بیشتر از بقایای گندم بود. ایشان سرعت بالای تجزیه لوپین را نسبت به گندم در هر دو سیستم مدیریت خاک سبب افزایش تنفس میکروبی خاک دانستند. Meriles et al., 2009 گزارش کردند که کاربرد مواد گیاهی حاوی یون آمونیوم باعث افزایش فعالیت میکروبی، جمعیت میکروبی و معدنی شدن نیتروژن می شود.

کربن زیست توده میکروبی خاک

اثر مدیریت بقایای گیاهی و سطوح کود نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر کربن زیست توده میکروبی معنی دار شد. بیشترین میزان کربن بیوماس خاک از تیمارهای حاوی کاربرد توام کاه و کلش غلات و لگوم ها به دست آمد و کمترین میزان آن از تیمار بدون کاربرد بقایا به دست آمد. همچنین افزایش کود نیتروژن از ۱۶۰ به ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش بیوماس میکروبی خاک به میزان ۲۱/۴۵، ۷/۱۵، ۱۷/۳۰ و ۹/۵۱ درصد به ترتیب در مراحل پنجه زنی، سنبله رفتن، گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی شد (جدول ۲). افزایش بقایای گیاهی باعث می شود که کربن و نیتروژن

پس از محاسبه عملکرد بیولوژیک، دانه و کاه و کلش به طور کامل از سطح خاک کف بر شدند و پس از خرد کردن بقایای آن‌ها در تابستان ۱۳۹۲ به خاک برگردانده شدند. در کرت‌هایی جهت اعمال تیمارهای CR2 و CR5 تعیین شده بودند به ترتیب ماشک گل خوشه ای (*Viciavillosa*) با تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع و ماش با تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع به صورت دست پاش در دو جهت عمود برهم در سطح زمین به صورت یکنواخت پخش و در مرحله قبل از گلدهی به خاک برگردانده شدند. استفاده از گیاهان لگوم در تناوب با غلات به دلیل نقش همزیستی با ارگانسیم های خاکزی چون آرباسکولار و رایزوبیوم و نقشی که در حاصلخیزی خاک دارند انجام گرفت (Limon-Ortega ؛ Surekhaet al., 2006؛ Pandiarajet al., 2015) در سال دوم آزمایش، گندم رقم چمران با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع در ۱۳۹۳/۰۹/۱۵ کاشته شد. هر کرت آزمایشی شامل ۱۲ ردیف کاشت با فاصله ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت ۳-۵ سانتی‌متر بود. در طول دوره کشت علف‌های هرز به روش دستی حذف شدند و در طول دوره آزمایش آفات و بیماری مشاهده نشد. نمونه ها در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی گندم برداشت شدند. سپس نمونه های هر تیمار به صورت جداگانه جهت اندازه گیری وزن خشک در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. برای اندازه گیری نیتروژن یک گرم از نمونه وزن شد و بعد از هضم با اسیدسولفوریک و اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه نمونه ها به روش کج‌لدال تعیین گردید (Anderson., 1982). شاخص های مرتبط با کارایی نیتروژن نیز توسط فرمول های زیر محاسبه شد (Lopez-Bellidoet al., 2001)

$$\text{دانه عملکرد} = \frac{\text{گیاه توسط شده جذب نیتروژن مجموع}}{\text{نیتروژن بکارگیری کارایی}}$$

$$\text{گیاه توسط شده جذب نیتروژن مجموع} = \frac{\text{گیاه توسط شده جذب نیتروژن مجموع}}{\text{خاک نیتروژن ذخیره}}$$

$$\text{خاک نیتروژن ذخیره} = \frac{\text{خاک نیتروژن ذخیره}}{\text{دانه عملکرد}}$$

$$\text{دانه نیتروژن} = \frac{\text{دانه نیتروژن}}{\text{گیاه توسط شده جذب نیتروژن مجموع}} = (\text{درصد}) \text{نیتروژن برداشت شاخص}$$

تنفس خاک به روش (Anderson 1982) و کربن بیوماس میکروبی خاک با روش تدخین - استخراج (Alessi 2011) اندازه گیری شد. میزان توزیع مجدد و پارامترهای وابسته به آن با استفاده از رابطه های زیر محاسبه شدند (Modhejet al., 2006).

$$\text{فیزیولوژیک رسیدگی مرحله در} = \frac{\text{افشانی کرده از پس روز ۷}}{\text{رویشی های اندام خشک وزن}} = \text{مجدد توزیع میزان}$$

$$\text{افشانی کرده از پس روز ۷} \div \text{مجدد توزیع میزان} = \text{مجدد توزیع کارایی رویشی های اندام خشک وزن}$$

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت پذیرفت و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار EXCEL انجام شد.

ریزوبیوم و توانایی استفاده از ترکیبات آروماتیک ساده مانند اسید فرمیک، کوماریک، شیکیمیک مشاهده شده است (Shen et al., 2001). این مواد از تجزیه بقایای گیاهی آزاد شده و باعث افزایش گره بندی و تثبیت نیتروژن در استفاده از بقایای گیاهی می شوند، که سبب حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد محصول گندم می شوند. Wang et al., 2007 اثر بقایای گیاهی بر کارایی مصرف نیتروژن را مثبت ارزیابی کردند و آزادسازی تدریجی نیتروژن از بقایای گیاهی و کود سبز را نسبت به آزادسازی سریع آن (نیتروژن آزاد شده از کودهای شیمیایی) دلیل این امر عنوان داشتند. Lopez-Bellido, 2001 گزارش نمودند که کاهش کارایی مصرف نیتروژن از کشت متوالی گندم ناشی از کاهش عملکرد محصول و عدم وجود توان مناسب استفاده از نیتروژن قابل دسترس در خاک می باشد. Limon, 2008 و Ortega et al., 2010 و Rahimizadeh et al., 2010 برگشت بقایای گیاهان پیش کاشت گندم را از لحاظ کارایی مصرف نیتروژن غیر معنی دار گزارش کردند. Zhao et al., 2006 عنوان داشتند که با افزایش میزان نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن کاهش می یابد.

کارایی جذب نیتروژن

اثر بقایای گیاهی و کود نیتروژن بر کارایی جذب نیتروژن معنی دار شد. با افزایش مصرف کود نیتروژن از ۱۶۰ تا ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار کارایی جذب نیتروژن کاهش یافت. بیشترین کارایی جذب نیتروژن از تیمار بقایای کلزا + ماش و کاربرد کاه و کلش جو + ماش گل خوشه ای (کود سبز) به دست آمد (جدول ۳). افزایش جذب نیتروژن در تیمارهای افزودن بقایای گیاهی نسبت به تیمار بدون کاربرد بقایا ناشی از افزایش رشد ریشه ها در نتیجه بهبود شرایط فیزیکی - شیمیایی - بیولوژیکی خاک و جذب بهتر نیتروژن توسط گیاه می باشد. Govaerts et al., 2007 اظهار داشتند که وجود بقایای گیاهی آبشویی نیتروژن در خاک را کاهش می دهد. نتایج Wang et al., 2007 نیز حاکی از کاهش کارایی جذب نیتروژن در گندم با افزایش مقادیر نیتروژن مصرفی بود. پژوهش Guadra et al., 2004 بیانگر کاهش کارایی جذب نیتروژن در گندم با افزایش کاربرد کود نیتروژن از ۸۰ تا ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار بود.

کارایی بکارگیری نیتروژن

این شاخص در واقع توانایی گیاه را در استفاده از نیتروژن موجود در گیاه برایتولید دانه نشان می دهد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر بقایای گیاهی و کود نیتروژن بر کارایی به کارگیری نیتروژن معنی دار شد. بیشترین کارایی مربوط به تیمار CR2: کاربرد کلش جو + ماش بود و کمترین مربوط به تیمار بدون کاربرد بقایا بود و بین سایر تیمارها تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۳). همچنین کمترین کارایی به کارگیری نیتروژن مربوط به سطح کودی ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار شد. به طور کلی خارج کردن بقایا از مزرعه به لحاظ خارج کردن منابع در دسترس گیاه تاثیر سوئی بر این شاخص دارد و تنها با مصرف مقادیر بالای کود شیمیایی نتیجه قابل قبولی ارائه می دهد. به عقیده Montemuro et al., 2006 دو عامل اساسی در افزایش کارایی به کارگیری نیتروژن عبارت است از جذب نیتروژن کافی از خاک تا قبل از گلدهی گیاه و همچنین جذب نیتروژن در طی مراحل انتهایی رشد. همچنین Singh et al., 2011 و Limon, 2008 در تحقیقات خود عنوان داشتند که مدیریت تلفیقی عناصر غذایی بر رشد، عملکرد و کارایی به کارگیری نیتروژن تاثیر اساسی دارد به نحوی که کودهای معدنی در ابتدای رشد، نیاز

بیشتری به عنوان پیش ماده در اختیار میکروب های خاک قرار گیرد. همچنین کود نیتروژن از دو طریق عمده می تواند بر میزان کربن بیوماس میکروبی خاک اثرگذار باشد، کاهش نسبت C/N خاک در اثر افزودن کود نیتروژن موجب می شود میکروب ها ماده آلی را با سرعت بیشتری تجزیه کنند و بنابراین کربن بیشتری به عنوان سوستر در اختیار میکروب ها قرار گیرد، و همچنین افزایش تولید خالص گیاهی در اثر افزودن کود نیتروژن موجب می شود که بیوماس بیشتری در اختیار میکروب ها قرار گیرد.

Zhang et al., 2005 افزایش فعالیت میکروبی (کربن زیست توده) بعد از افزودن کود نیتروژن به خاک گزارش کردند. Soon, 2015 در مطالعه ای با اندازه گیری شاخص های بیولوژیک خاک در اثر افزودن کود نیتروژن و بقایای گیاهی، عنوان داشتند که صرف نظر از نوع بقایای به کار رفته (ماشک، گندم و بدون بقایا)، مصرف کود نیتروژن بیوماس میکروبی خاک را افزایش داد. Jaunet et al., 2008 اظهار داشتند که کاربرد کودهای معدنی و کودهای آلی همراه با برگشت بقایای گیاهی، موجب افزایش کربن بیوماس میکروبی، نیتروژن بیوماس میکروبی، نسبت کربن میکروبی به کربن ارگانیک می شود. در تحقیقی توسط Houx et al., 2011 نتیجه گیری شد که برخی از خواص میکروبی خاک (C/N میکروبی و فعالیت اوره آز) به طور مثبتی به مواد غذایی خاک وابسته است. Govaert et al., 2007 در مطالعه اثرات تناوب زراعی، مدیریت بقایای گیاهی و مدیریت تهیه زمین در رشد گندم و ذرت میزان کربن بیوماس میکروبی در اثر برگشت بقایای گیاهی با ضریب ۱/۲ و ۱/۳ بار نسبت به جمع آوری کامل بقایا افزایش یافت. و کربن بیوماس میکروبی خاک برای بقایای گندم به طور معنی داری ۱/۳ بار بیشتر از ذرت بود. Balota et al., 2004 با بررسی سه تناوب سویا- گندم، ذرت- گندم، پنبه- گندم در عمق های مختلف شخم تفاوت معنی داری بین تناوب های مختلف زراعی از لحاظ کربن آلی و تنفس و کربن بیوماس میکروبی خاک مشاهده کردند.

بیوماس میکروبی خاک در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی به ترتیب ۱۵/۲ و ۸/۱۰ درصد بیشتر از مرحله سنبل رفتن و پنجه زنی بود. از آن جایی که در این مرحله از فعالیت ریشه های گیاه کاسته می شود و جذب نیتروژن و سایر عناصر غذایی توسط ریشه به شدت کاهش می یابد و در این مرحله رقابت بین میکروب ها و گیاه برای جذب عناصر غذایی کاهش یافته که منجر به افزایش زیست توده میکروبی خاک می گردد.

کارایی مصرف نیتروژن

اثر بقایای گیاهی و کود نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن معنی دار شد. کمترین کارایی کود نیتروژن در سطح کودی ۳۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بیشترین آن مربوط به تیمار ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. همچنین وجود لگوم های تثبیت کننده نیتروژن مانند ماش (Vignaradiata) و ماشک گل خوشه ای (Viciaspp) در تناوب زراعی پس از برگشت کاه و کلش غلات (جو) و کلزا موجب افزایش کارایی مصرف نیتروژن شد (جدول ۳).

مطالعات نشان داده است که تثبیت نیتروژن به وسیله بقولات می تواند با حفظ کاه و کلش بهبود یابد به طوری که در خاک های غنی از کربن، جمعیت میکروبی خاک افزایش یافته و بنابراین باعث بهتر شدن گره بندی و افزایش تثبیت زیستی نیتروژن می گردد. براساس تحقیقات رابطه مثبتی بین توانایی رقابت سوبه های

(جدول ۴). سایر محققین در بررسی های خود اعلام داشته اند که مصرف کودها توانسته بود با افزایش رشد گیاهان، توانایی آن ها را جهت تولید و ذخیره کربوهیدرات ها در اندام های رویشی بهبود بخشد و افزایش کارایی توزیع مجدد از اندام های رویشی به دانه در اثر مصرف کودها را می توان به افزایش تعداد مخزن در گیاه (تعداد پنجه های بارور در واحد سطح) نسبت داد (Khan et al., 2013).

نتیجه گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که خصوصیات بیولوژیکی خاک در مراحل مختلف رشد گندم تحت تاثیر کود نیتروژن و بقایای گیاهی قرار گرفت. به طوری که کاربرد توام کاه و کلش جو و کود سبز ماشک و همچنین برگشت بقایای کلزا به خاک و کاشت ماش (کود سبز) منجر به افزایش تنفس میکروبی خاک و زیست توده میکروبی خاک گردید. کود نیتروژن در شرایط افزودن بقایای گیاهی به خاک سبب افزایش تنفس میکروبی خاک گردید. همچنین کارایی مصرف نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن و کارایی به کارگیری نیتروژن و شاخص برداشت نیتروژن با افزایش کود نیتروژن کاهش یافت. درحالی اضافه کردن بقایای گیاهی به خاک نقش مثبتی در افزایش شاخص های کارایی نیتروژن داشت. همچنین میزان توزیع مجدد ماده خشک در گندم و کارایی توزیع مجدد به تیمارهای کاربرد بقایای گیاهی و سطوح مختلف کود نیتروژن واکنش نشان دادند و تیمارهای CR2 و CR5 بیشترین میزان توزیع مجدد و کارایی توزیع مجدد ماده خشک را در گندم داشتند. میزان توزیع مجدد نیز با افزایش کود نیتروژن افزایش یافت. همچنین هدایت الکتریکی خاک با افزایش کود نیتروژن بیشتر شد. بنابراین با توجه به نتایج کلی آزمایش کاربرد بقایای کلزا و کود سبز ماش و کاه و کلش جو و ماشک و مصرف ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن توصیه می شود.

گندم به عناصر غذایی را تامین و آزادسازی آهسته عناصر غذایی از بقایای گیاهی و کودهای آلی در مراحل رشد گندم موجب افزایش حاصلخیزی خاک و تامین عناصر ضروری جهت رشد می شود. نتایج Lopez-Bellido, 2001 و Rahimizadehet al., 2010 حاکی از آن است که بهره وری نیتروژن در تناوب های مختلف بسته به مقادیر کود نیتروژن متفاوت است و با افزایش مصرف نیتروژن، کارایی به کارگیری نیتروژن کاهش می یابد.

میزان توزیع مجدد

اثر بقایای گیاهان پیش کاشت و سطوح مختلف کودی بر میزان توزیع مجدد معنی دار شد. به نحوی که اضافه نمودن بقایای گیاهان پیش کاشت گندم به خاک موجب افزایش توزیع مجدد گردید. بیشترین میزان توزیع مجدد از تیمارهای کاربرد ۵۰ kg کاه جو + ماشک و بقایای کلزا همراه با کود سبز ماش به دست آمد. و با افزایش سطوح کود نیتروژن میزان توزیع مجدد بیشتر شد (جدول ۴). قسمت زیادی از مواد نیتروژنه و کربوهیدرات های ذخیره شده در گیاه در طی پرشدن دانه متحرک شده و به دانه ها حمل می شوند. توزیع مجدد مواد پرورده از پیری گیاه ناشی می شود و این یک فرایند فعال و منظم می باشد. Bahraniet al., 2013 گزارش دادند که افزایش میزان نیتروژن باعث افزایش توزیع مجدد مواد فتوسنتزی به دانه ها شد. به اعتقاد این پژوهشگران، افزایش توزیع مجدد در سطوح بالای نیتروژن با افزایش تجمع ماده خشک در اندام های رویشی در مرحله گرده افشانی مرتبط بود. Modhejet al., 2006 نیز با بررسی اثرس طوح مختلف نیتروژن بر میزان انتقال مجدد به دانه گیاه چون نتیجه گرفتند، افزایش شمیمز نیتروژن از طریق افزایش نرخ شکندامها و ریشیدر مرحله گرده افشان ی، افزایش میزان توزیع مجدد در واحد سطح را به همراه داشت.

کارایی توزیع مجدد نیز تحت اثر بقایا و تیمارهای کودی قرار گرفت و اثرات اصلی تیمارها بر کارایی توزیع مجدد معنی دار شد

جدول ۱- اثر بقایای گیاهی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر تنفس میکروبی خاک در مراحل مختلف رشد گندم

تنفس میکروبی خاک ($\mu\text{g CO}_2 \text{ g soil}^{-1} \& \text{ day}$)				بقایای گیاهان پیش کاشت
مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی	مرحله گلدهی	مرحله سنبله رفتن	مرحله پنجه زنی	
۷۱/۱۰ bc	۷۱/۴۵ ab	۶۲/۵۸ bc	۹۱/۱۶ b	۵۰٪ کاه و کلش جو
۷۶/۳۲ ab	۷۲/۱۵ a	۶۸/۲۱ a	۹۷/۵۱ a	۵۰٪ کاه جو + کود سبز (ماشک)
۶۶/۸۰ cd	۶۸/۱۳ b	۶۲/۲۳ ab	۹۷/۴۲ a	کود سبز
۸۱/۱۳ b	۷۰/۳۲ ab	۵۰/۱۶ d	۸۵/۴۰ c	کاه کامل گندم
۷۹/۶۰ a	۷۵/۱۰ a	۶۹/۳۱ a	۹۸/۱۲ a	بقایای کلزا + ماش سبز
۵۰/۷۷ d	۶۲/۸۰ c	۵۵/۱۲ cd	۸۸/۲۱ bc	۲۵٪ کاه گندم
۴۷/۶۰ bcd	۶۸/۷۷ b	۶۵/۱۲ ab	۹۷/۶۶ a	ماش دانه ای
۴۲/۱۵ c	۴۸/۱۰ d	۴۲/۸۴ c	۳۸/۶۵ d	بدون کاربرد بقایا
				سطوح کود نیتروژن
۴۵/۱۷ a	۷۰/۳۶ a	۶۱/۵۳ a	۹۰/۰۴ a	۳۶۰
۴۲/۹۸ a	۶۶/۴۵ b	۵۷/۳۹ a	۸۹/۴۲ a	۲۷۰
۳۹/۴۷ b	۵۹/۶۶ c	۴۹/۶۷ b	۸۱/۱۱ b	۱۶۰

در هرستون اعدادی که دارای حروف مشترک هستند، دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ نیستند.

جدول ۲- اثر بقایای گیاهی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر کربن بیوماس میکروبی خاک در گندم

کربن بیوماس میکروبی خاک (mg C kg.soil-1)				بقایای گیاهان پیش کاشت
مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی	مرحله گلدهی	مرحله سنبله رفتن	مرحله پنجه زنی	
۱۹۱/۱۵ a	۱۸۰/۶۶ ab	۱۶۵/۱۰ bc	۱۵۸/۴۴ b	۵۰٪ کاه و کلش جو
۲۲۱/۵۰ a	۱۸۱/۵۶ ab	۱۷۱/۱۰ a	۱۷۲/۱۱ ab	۵۰٪ کاه جو + کود سبز (ماشک)
۱۲۱/۴۰ c	۱۵۸/۲۱ cd	۱۶۱/۶۸ cd	۱۶۱/۲۳ b	کود سبز
۲۲۵/۲۱ b	۱۸۸/۲۱ a	۱۶۶/۸۱ b	۹۳/۶۸ d	کاه کامل گندم
۱۹۵/۱۰ a	۱۸۲/۴۱ ab	۱۷۵/۲۸ a	۱۷۷/۲۰ a	بقایای کلزا + ماش سبز
۱۲۶/۳۵ d	۱۶۱/۲۵ c	۱۵۷/۶۱ d	۱۴۸/۶۰ c	۲۵٪ کاه گندم
۱۲۲/۶۰ c	۱۵۹/۱۰ cd	۱۶۲/۸۰ c	۱۶۸/۱۱ b	ماش دانه ای
۹۱/۱۰ e	۹۱/۱۵ d	۸۸/۱۰ e	۸۵/۱۲ c	بدون کاربرد بقایا
سطوح کود نیتروژن				
۱۶۵/۲۱ a	۱۷۹/۵۰ a	۱۶۸/۱۰ a	۱۴۸/۰۵۶ a	۳۶۰
۱۵۹/۴۸ ab	۱۶۳/۳۳ b	۱۶۲/۵۴ a	۱۳۸/۵۰ b	۲۷۰
۱۵۱/۱۶ b	۱۵۳/۱۶ c	۱۵۷/۱۲ b	۱۲۱/۸۳ c	۱۶۰

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشترک هستند، دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ نیستند.

جدول ۳- اثر بقایای گیاهی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص های کارایی نیتروژن در گندم

بقایای گیاهان پیش کاشت	کارایی مصرف نیتروژن	کارایی جذب نیتروژن	کارایی به کارگیری نیتروژن	شاخص برداشت نیتروژن
۵۰٪ کاه و کلش جو	۱۵/۸۴ ab	۰/۷۱ ab	۳۴/۶۸ ab	۷۵/۵ a
۵۰٪ کاه جو + کود سبز (ماشک)	۱۶/۹۲ a	۰/۷۹ a	۳۵/۵۲ a	۷۶/۱۰ a
کود سبز	۱۵/۸۵ ab	۰/۷۵ ab	۳۴/۹۰ ab	۷۵/۶۶ a
کاه کامل گندم	۱۴/۶۴ c	۰/۶۸ ab	۳۴/۱۹ ab	۷۵/۴۸ a
بقایای کلزا + ماش سبز	۱۶/۹۸ a	۰/۸۱ a	۳۵/۴۶ a	۷۵/۸۰ a
۲۵٪ کاه گندم	۱۵/۲۹ b	۰/۷۱ ab	۳۴/۴۲ ab	۷۵/۲۶ a
ماش دانه ای	۱۵/۸۹ ab	۰/۷۴ ab	۳۴/۵۰ ab	۷۶/۱۵ a
بدون کاربرد بقایا	۱۴/۲۷ c	۰/۶۵ b	۳۲/۱۰ b	۷۵/۲۱ a
سطوح کود نیتروژن				
۳۶۰	۱۴/۴۰ c	۰/۷۸ c	۳۳/۲۰ b	۷۵/۲۱ b
۲۷۰	۱۵/۸۲ b	۰/۷۲ b	۳۴/۱۲ b	۷۶/۴۱ a
۱۶۰	۱۶/۹۱ a	۰/۶۸ c	۳۶/۱۵ a	۷۶/۵۰ a

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشترک هستند، دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ نیستند.

جدول ۴- اثر بقایای گیاهی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر توزیع مجدد ماده خشک، هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک

بقایای گیاهان پیش کاشت	میزان توزیع مجدد	کارایی توزیع مجدد	هدایت الکتریکی خاک	اسیدیته خاک
۵۰٪ کاه و کلش جو	۱۷۱ bc	۱۸ ab	۳/۸۱ ab	۷/۸۵ a
۵۰٪ کاه جو + کود سبز (ماشک)	۱۹۰ a	۲۲ a	۳/۸۵ ab	۷/۸۰ a
کود سبز	۱۸۹ a	۲۱ a	۳/۷۷ b	۷/۸۶ a
کاه کامل گندم	۱۶۷ c	۱۷ ab	۳/۹۶ a	۷/۸۵ a
بقایای کلزا + ماش سبز	۱۸۵ a	۲۱ a	۳/۸۱ ab	۷/۸۱ a
۲۵٪ کاه گندم	۱۶۷ c	۱۸ ab	۳/۷۹ b	۷/۸۸ a
ماش دانه ای	۱۷۹ ab	۱۷ ab	۳/۸۶ ab	۷/۸۸ a
بدون کاربرد بقایا	۱۶۲ c	۱۵ b	۳/۸۸ ab	۷/۹ a
سطوح کودی				
۳۶۰	۱۸۹ a	۲۱/۲۵ a	۴/۰۵ a	۷/۸۱ a
۲۷۰	۱۸۲ a	۱۸/۶۲ ab	۳/۸۰ b	۷/۸۵ a
۱۶۰	۱۵۷ b	۱۶ b	۳/۶۷ c	۷/۸۶ a

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشترک هستند، دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ نیستند.

منابع مورد استفاده

- Alessi, S.D., Walsh, M.D. and Fein, J.B. 2011. Uncertainties in determining microbial biomass C using chloroform fumigation-extraction method. *Chemical Geology*, 280: 58 – 64.
- Aulakh, M. S. Manchanda, J. S. Garg, A. K. Kumar, S. Dercon, G. Nguyen, M. 2012. Crop production and nutrient use efficiency of conservation agriculture for soybean-wheat rotation in the Indo-Gangetic Plains of Northwestern India. *Soil & Tillage Research* 120: 50–60.
- Anderson J.P.E. 1982. Soil respiration. p. 831-871. In: A.L. Page and R.H. Miller (eds), *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Bahrani, A. Hamedi, S. Tadayon, M.S. 2013. Response of wheat and barley to nitrogen and drought stress. *Journal of plant eco physiology*. 5: 1- 14.
- Baligar, V.C., Fageria, N.K., and He, Z.L., 2001. Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 32:921-950.
- Bending, G. D. Turner, M. K. Jones, J. E. 2002. Interactions between crop residue and soil organic matter quality and the functional diversity of soil microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*. 34: 1073- 1082.
- Bossatta, E and Agren, I.G. 1999. Soil organic matter quality interpreted thermodynamically. *Soil Biology and Biochemistry*. 31: 1889 – 1891.
- Govaerts, B., Mezzalama, M., Unno, Y., Sayre, K., Luna-Guido, M., Vanherck, K., Dendooven, L., Deckers, J., 2007. Influence of tillage, residue management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. *Applied soil ecology*. 37: 18 - 30.
- He, Y., Dong, Y., Xiao, S., Peng, Q., Liu, X. and Sun, L. 2013. Effects of Nitrogen Fertilization on Soil Microbial Biomass and Community Functional Diversity in Temperate Grassland in Inner Mongolia, China. *Clean – Soil, Air, Water*. 41: 1216–1221.
- Houx, J.H., W.J. Wiebold., and F.B. Fritsch. 2011. Long-term tillage and crop rotation determines the mineral nutrient distributions of some elements in a *VerticE-piaqualf*. *Soil Tillage Research*. 112: 27-35.
- Juan, L., Bing-qing, Z., Xiu-ying, L., Rui-bo, J., Hwat Big, S., 2008. Effect of long-term combined application of organic and mineral fertilizers on microbial biomass, soil enzyme activities and soil fertility. *Agricultural sciences in china*, 7(3): 336- 343.
- Khan, A., Jan, M., Shah, Z., 2013. Efficiency of Dry Matter and Nitrogen Accumulation and Redistribution in Wheat as Affected by Tillage and Nitrogen Management. *Journal of Plant Nutrition*. 37: 723- 737.
- Ladd, N.J., Amato, M., Li-kai, Z. and Schultz, E.J., 1994. Differential effects of rotation, plant residue and nitrogen fertilizer on microbial biomass and organic matter in an Australian soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 26:821 – 831.
- Liang, Y., Nikolic, M., Peng, Y., and Chen, W. 2005. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. *Soil biology and biochemistry*. 37: 1185 - 1195.
- Limon-Ortega, A., Govaerts, B., and Sayre, K. D. 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. *European Journal of Agronomy*. 29: 21- 28.
- Lopez-Bellido, R. J. Lopez-Bellido, L. 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. *Field crop research*. 71: 31 – 46
- Lupwayi, N.Z., Brandt, S.A., Harker, K.N., O'Donovan, J.T., Clayton, G.W., and Turkington, T.K. 2010. Contrasting soil microbial responses to fertilizers and herbicides in a canola-barley rotation. *Soil Biology Biochemistry*. 42: 1997-2004.
- Mahler RL, Koehler FE and Lucher LK, 1994. Nitrogen source, timing of application and placement: Effects on winter wheat production. *Agronomy Journal*, 86: 637-642.
- Meriles, J. M. Vargas, G. Conforto, C., Figoni, G., Lovera, E., Mach, G. J. Guzman, C. A. 2009. Soil microbial communities under different soybean cropping systems: characterization of microbial population dynamics, soil microbial activity, microbial biomass, and fatty acid profiles. *Soil and Tillage Research*. 103: 271- 281.
- Modhej, A., and M. Mojadam. 2006. Effect of harvesting levels and nitrogen fertilization on source limitation and yield in dual-purpose (forage and grain) barley (*Hordeumvulgare* L.). *Eucarpia Cereals Section Meeting*. Spain.
- Montemuro, F., Maiorana, M., Ferri, D., and Convertini, G. 2006. Nitrogen indicators, uptake and utilization efficiency in a maize and barley rotation cropped at different levels and source of N fertilization. *Field Crop Research*. 99: 114- 124.
- Pandiaraj, S. Selvaraj, and N. Ramu. 2015. Effects of Crop Residue Management and Nitrogen Fertilizer on Soil Nitrogen and Carbon Content and Productivity of Wheat (*Triticumaestivum* L.) in Two Cropping Systems. *Journal Agricultural Science Technology*. 17: 249-260.
- Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zare-Feizabadi, A., Koocheki, A. R. Nassiri-Mahallati, M. 2010. Nitrogen use efficiency of wheat as affected by preceding crop, application rate of nitrogen and crop residues. *Australian Journal of Crop Science*. 4(5):363-368.
- Raun, W. R. and G. V. Johnson. 1991. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal*. 91: 357-363.
- Shen, Q.R. Shen, Z.G. 2001. Effects of pig manure and wheat straw on growth of mung bean seedlings grown in aluminium toxicity soil. *Bioresource Technology* 76: 235–240.
- Sianju, U. M., Singh, B.P., and Whitehead, W.F. 2002. Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, USA. *Soil Tillage Res*. 63: 167–179.
- Soon, Y. K. 2015. Crop residue and fertilizer management effects on some biological and chemical properties of a Dark Grey Solod. *Canadian Journal of Soil Science*. 81: 707 – 713.
- Speeding, A.T., Hamel, C., Mehuys, R.G. and Mandramootoo, A.C. 2004. Soil microbial dynamics in maize-growing soil under different tillage and residue

- management systems. *Soil Biology & Biochemistry*, 36: 499 – 512.
29. Surekha, K. Pavan Chandra Reddy, K. Padma Kumari, A. P. and Sta Cruz, P. C. 2008 Effect of Straw on Yield Components of Rice (*Oryza sativa* L.) Under Rice-Rice Cropping System. *Journal Agronomy & Crop Science* 192, 92-101.
 30. Tariq Jan, M., Jamal Khan, M., Khani, A., Arifi, M., Shafi, M., and Farmanullah, H. 2010. Wheat nitrogen indices response to nitrogen source and application time. *Pakistan Journal Botany*. 42 (6): 4267- 4279.
 31. Treseder, K. K. 2008. Nitrogen additions and microbial biomass: a meta-analysis of ecosystem studies. *Ecology letters*. 11: 1111–20.
 32. Wang, W.J., Dalal, R.C., Moody, P.W., and Smith, C.J. 2003. Relationships of soil respiration to microbial biomass, substrate availability and clay content. *Soil Biology & Biochemistry* 35: 273 284.
 33. Wang K, Lv H, Wang K, R.J. Buresh R.J. 2007. Residue management for improving soil fertility and sustainable crop productivity in China. *Proceeding International Rice Conference* , New Delhi, India p: 689-697.
 34. Yušte, C.J., Baldocchi, D.D., Gershenson, A., Goldestein, A., Mission, L. and Wong, S. 2007. Microbial soil respiration and its dependency on carbon inputs, soil temperature and moisture. *Global Change Biology* 13: 1–18.
 35. Xiang , R.S., Doyle, A., Holden, A.P., and Schimel, P.J. 2008. Soil Drying and rewetting effects on C and N mineralization and microbial activity in surface and subsurface California grassland soils. *Biology Biochemistry*. 40: 2281–2289.
 36. Zhang, Y.,D. Z. H. Sun, H.,Z Y. X. Shen, X.,Y. 2005. Effect of Fertilization on Soil Microorganism of Deteriorated Grassland in Dry-Hot Valley Region of Jinsha River, J. *Soil Water Conservation*, 19: 88 - 91.
 37. Zhao, R. F. Chen, X. P. Zhang, F. S. Zhang, H., Schroder, J., Romheld, V. 2006. Fertilization and nitrogen balance in wheat- maize rotation system in North China. *Agronomy Journal*. 98 (4): 935 - 945.