اثرات گیاهان زراعی پیش کاشت و سطوح کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گندم

سیدمحسن سیدی بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران
رایانامه: m.seyedi98@areeo.ac.ir

ویراستار ترویجی: مریم خسروبیگی
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۳۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۱۲/۱۵

چکیده

وجود یک تناوب زراعی صحیح برای برداشت محصول کافی و خوب، کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی، حفظ حاصلخیزی خاک و نیل به یک کشاورزی پایدار لازم و ضروری است. به منظور تعیین انتخاب محصول پیش کاشت مناسب برای زراعت گندم با مدیریت مناسب مصرف کود نیتروژن، آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در قالب فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان اجرا شد. فاکتور اول کشت قبل شامل نخود دیم و ذرت علوفه‌ای و فاکتور دوم سطوح کود نیتروژن شامل ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص با منبع اوره بود. نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد بیولوژیک، دانه، درصد و عملکرد پروتئین دانه گندم تحت تأثیر کشت قبل و سطوح کود مصرفی قرار گرفتند. بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، نیز درصد و عملکرد پروتئین دانه در تیمار کشت قبل نخود مشاهده شدند. در مصرف کود شیمیایی نیتروژن بیش‌ترین میزان این صفات در مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بدست آمد ولی مقادیر بدست آمده در این تیمار با تیمار مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری نداشت. با توجه به نتایج این پژوهش در زراعت گندم برای کمک به سلامت محیط زیست و افزایش مقدار محصول استفاده از پیش کاشت حبوباتی مثل نخود راه‌حل مناسبی است.

واژگان کلیدی

پیش کاشت، تناوب زراعی، حبوبات، نخود، کود نیتروژن، گندم

مقدمه

تناوب محصولات زراعی از زمان‌های بسیار دور در بسیاری از نقاط جهان مرسوم بوده و وجود یک تناوب صحیح زراعی برای برداشت محصول کافی و خوب مورد توجه بوده است. اگر چه در کشاورزی فشرده مصرف بهینه کود، دفع به موقع علف‌های هرز و بیماری‌های گیاهی و کنترل فرسایش خاک سبب شده که کشاورزان وابستگی کم‌تری به تناوب زراعی جهت برداشت محصول بیش‌تر، داشته باشند. اما هنوز نیز تناوب زراعی به منظور کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی، حفظ حاصلخیزی خاک و نیل به یک کشاورزی پایدار لازم و ضروری بوده و بیش از پیش اعمال می‌گردد (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۹). تناوب زراعی اثرات سوء کشت مداوم یک گیاه را کاهش می‌دهد و از کاهش عملکرد که اغلب در سیستم‌های تک کشتی مشاهده می‌شود جلوگیری می‌کند. حتی زمانی که حاصلخیزی خاک در حد مطلوبی است و آفات و بیماری‌های گیاهی نیز کنترل می‌شوند تناوب زراعی می‌تواند افزایش عملکرد را به دنبال داشته باشد که این تأثیر مثبت را تأثیر تناوب می‌نامند (شکل ۱).

شکل ۱- نمایه‌ای فرضی از یک تناوب زراعی شامل غلات- حبوبات و گیاه روغنی کلزا

گیاهان خانواده حبوبات به علت دارا بودن ویژگی مربوط به تثبیت ازت، احیاء خاک و تقویت میکروارگانیسم‌های خاک و در نتیجه افزایش حاصلخیزی آن در زراعت مدرن عامل عمده‌ای است. زیرا سبب افزایش راندمان محصولاتی مثل غلات می‌شوند (بهنیا، ۱۳۷۶). حقیقتی ملکی (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای نشان دادند تناوب گندم با محصولات لگوم مثل عدس و نخود باعث افزایش عملکرد گندم شد. صیادیان و طلیعی (۱۳۷۹) نیز اظهار داشتند کشت گندم بعد از گیاهان لگوم باعث افزایش عملکرد دانه و کاهش مصرف کود نیتروژن شد.

نیتروژن یکی از عناصر غذایی پرمصرف در ساختار گیاهان بوده و کمبود آن در گیاهان مختلف در جهان بسیار شایع است (هاولین و همکاران، ۲۰۰۴) و به همین دلیل در بین عناصر غذایی که به‌صورت کود به خاک افزوده می‌شوند (شکل ۲). نیتروژن از لحاظ مقدار مصرف رتبه اول را داراست.

شکل ۲- کود اوره که اصلی‌ترین منبع تأمین کننده نیتروژن در کشاورزی ایران است

اگرچه به کمک کودهای شیمیایی در کوتاه‌مدت می‌توان عملکردهای بالایی داشت ولی با استفاده مداوم از این کودها پایداری، حاصلخیزی خاک و سلامت محیط زیست تهدید میشود. امروزه کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی، یکی از راه‌های مؤثر برای تولید محصول و حفظ عملکرد در سطح مطلوب است (شارما، ۲۰۰۶). کوددهی و تناوب دو عامل تعیین‌کننده ثبات عملکرد در گیاهان زراعی هستند و در اغلب آزمایش‌های مرتبط با تناوب مشاهده شده‌است که کم‌ترین نوسانات در عملکرد، در شرایطی است که علاوه بر تناوب، کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسه نیز مصرف شوند.

با توجه به اهمیت به کارگیر همزمان تناوب و کوددهی؛ پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثرات گیاه پیش کاشت و مصرف سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گندم انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا واقع در همدان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۱ درجه شرقی عرض جغرافیایی ۲۴ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی انجام شد. میانگین بارندگی سالانه این منطقه ۳۳۵ میلی‌متر و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۸۸۰متر بوده و از نظر اقلیمی جزء مناطق سرد و خشک محسوب می‌شود. ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

> **کشت گندم بعد از نخود باعث بهبود عملکرد زیستی و اقتصادی این محصول می‌شود.**

جدول ۱- ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش

سال	محصول	بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	% نیتروژن کل	% کربن آلی
۱۳۹۱-۹۲	ذرت	شنی رسی	۰/۴۲۸	۷/۴۰	۰/۱۱	۱/۱۸۲
	نخود	شنی رسی	۰/۴۲۸	۷/۴۰	۰/۱۳	۱/۱۸۰
۱۳۹۲-۹۳	ذرت	شنی رسی	۰/۴۲۶	۷/۴۱	۰/۱۰	۱/۱۱۸
	نخود	شنی رسی	۰/۴۲۶	۷/۴۱	۰/۱۳	۱/۱۱۷

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول کشت قبل شامل نخود دیم و ذرت علوفه‌ای و فاکتور دوم سطوح کود نیتروژن شامل ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص با منبع اوره بود. کشت نخود در اوایل فروردین ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ انجام شد و تاریخ برداشت آن اواخر تیرماه همین سال‌ها بود. کشت ذرت نیز در اوایل خرداد سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲، و برداشت آن در اواسط شهریور انجام شد. رقم نخود هاشم و رقم ذرت هیبرید ۷۰۴ بود که نخود حدود ۷۰۰ کیلو و ذرت حدود ۲۰۰۰ کیلو در هکتار بقایای گیاهی داشتند. آرایش کشت در نخود ۵ × ۵۰ و در ذرت ۱۲ × ۷۵ سانتی‌متر بود. پس از انجام عملیات شخم و دیسک در اواخر شهریور ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ کرت‌بندی صورت گرفت. رقم مورد مطالعه الوند بود که از مؤسسه تحقیقات استان همدان تهیه شد. طول هر کرت ۶ متر با عرض ۳ متر بود، به‌طوری‌که در هر کرت ۱۵ خط کشت وجود داشت. کشت در تاریخ ۲۰ مهرماه هر دو سال زراعی به‌صورت دستی و به عمق تقریبی ۵ سانتی‌متر و فاصله خطوط کشت ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. با توجه به تغییر محل کاشت گیاهان زراعی پیش کاشت محل کاشت گندم نیز در دو سال زراعی متفاوت بود. تراکم کشت گندم حدود ۴۰۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. مبارزه با آفات و علف‌های هرز بر اساس نیاز مزرعه انجام شد.

کود نیتروژن بر اساس تیمار کودی برای هر کرت استفاده شد. اولین کود به‌صورت سرک به میزان یک سوم کود نیتروژن همزمان با اولین آبیاری در مرحله‌ی کاشت و دومین کود سرک به میزان یک سوم کود نیتروژن اواخر دوره پنجه‌زنی و سومین کود سرک معادل یک سوم کود نیتروژن مقارن با اوایل گلدهی مصرف شد. کوددهی همراه آبیاری انجام گرفت. در طول فصل رشد با توجه به شرایط آب و هوایی و شرایط فنولوژیک (مراحل رشدی) گندم در طول دوره رشد، در کل ۸ نوبت آبیاری اعمال شد. عملیات برداشت در اواخر تیرماه سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام شد. برای تعیین صفات عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه نیز ۲ متر مربع از هر واحد آزمایشی با رعایت اثر حاشیه (دو ردیف کاشت از طرفین و نیم متر از بالا و پایین خطوط کاشت) برداشت شد. درصد پروتئین دانه با استفاده از روش کجلدال و در آزمایشگاه تحقیقاتی فیزیولوژی دانشکده کشاورزی تعیین شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک و دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار پیش کاشت و کود نیتروژن بر صفات عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم معنی‌داری بود (جدول ۲). ولی اثر متقابل تیمار پیش کاشت × کود نیتروژن بر این

ویژگی‌ها تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک و دانه (به‌ترتیب حدود ۱۴۸۶ و ۶۷۵ گرم در متر مربع) به تیمار پیش کشت نخود تعلق داشت و تیمار پیش کشت ذرت این صفات را به طور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۳). در بین سطوح کود نیتروژن بیش‌ترین مقادیر عملکرد بیولوژیک و دانه گندم (به‌ترتیب حدود ۱۵۴۴ و ۷۷۵ گرم در متر مربع) متعلق به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بود هر چند این تیمار از نظر این صفات تفاوت معنی‌داری با تیمار مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن نداشت (جدول ۴). در بیش‌تر مواقع یکی از گیاهان وارد شده در تناوب زراعی، گیاهی از خانوادهٔ حبوبات است. دلیل عمدهٔ این مطلب را می‌توان در تثبیت نیتروژن توسط اعضای این خانواده و افزایش حاصلخیزی خاک دانست. همان‌طور که (لی و همکاران، ۲۰۰۱؛ لی و همکاران، ۲۰۰۴). هاگارد-نیلسون و همکاران (۲۰۰۹) نیز در بررسی خود روی نخود افزایش نیتروژن خاک را تأیید کرده‌اند. همچنین افزایش مادهٔ آلی خاک ازجمله کارکردهای مثبت حضور حبوبات در کشت‌های مختلف، ذکر شده است (مسری و رایان، ۲۰۰۵). شهسواری و صفاری (۲۰۰۵) در آزمایشی مزرعه‌ای اثبات کرده‌اند که با مصرف مقادیر بیش‌تر کود نیتروژن عملکرد بیولوژیک گندم افزایش یافته است. این نتیجه، تأثیر بسیار مهم نیتروژن به‌عنوان یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاه در فرایندها و ساختمان‌های گیاهی را به‌خوبی نشان می‌دهد. مصرف صحیح و متناسب کودهای نیتروژن، عملکرد دانه گندم را در واحد سطح بالا می‌برد (گیوانی و همکاران، ۲۰۰۴؛ فولر و برایدون، ۲۰۰۱).

درصد و عملکرد پروتئین دانه

دو ویژگی درصد و عملکرد پروتئین تحت تأثیر تیمارهای پیش کاشت و کود نیتروژن قرار گرفتند (جدول ۲). ولی اثر متقابل تیمار پیش کاشت × کود نیتروژن بر این ویژگی‌ها تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین درصد پروتئین به‌ترتیب در پیش کاشت‌های نخود و ذرت مشاهده شد (جدول ۳) که با توجه به حضور یک لگوم در کشت قبل افزایش درصد پروتئین دانه طبیعی است (لی و همکاران، ۲۰۰۱؛ لی و همکاران، ۲۰۰۴؛ هاگارد-نیلسون و همکاران، ۲۰۰۹). در مصرف کود نیتروژن بیش‌ترین درصد پروتئین، در زمان مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کم‌ترین درصد پروتئین در زمان عدم مصرف نیتروژن بدست آمد (جدول ۴) که البته تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با تیمار ۸۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). بنابراین، افزایش مصرف کود نیتروژنه بر افزایش پروتئین دانه نیز تأثیر مستقیم و مثبتی خواهد داشت (گیوانی و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به اینکه عملکرد پروتئین حاصلضرب عوامل عملکرد و درصد پروتئین دانه است و همچنین افزایش عملکرد دانه گندم و درصد پروتئین در تیمارهای پیش کاشت نخود و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن این تیمارها دارای بیش‌ترین مقدار ویژگی عملکرد پروتئین نیز شدند (جداول ۲ و ۳).

> **کشت حبوبات در بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک مؤثر است.**

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب اثرات کشت قبل و کود بر عملکرد کمی و کیفی گندم در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	٪ پروتئین	عملکرد پروتئین
سال	۱	۲۱۳۳/۳۳ ns	۳۱۰/۰۸ ns	۳۲/۸۵ ns	۲۴۵/۱۵ ns
سال × تکرار	۴	۱۹۹۷/۹۸	۲۷۲/۵۵	۲۵/۳۸	۱۹۶/۲۸
کشت قبل	۱	۶۱۷۰۱۰/۲۵ **	۱۸۹۲۲۵/۰۰ **	۶۶/۲۷ *	۴۵۶۹۱/۳۰ **
سال × کشت قبل	۱	۵۲۴۳/۷۷ ns	۲۱۱/۶۷ ns	۵/۶۱ ns	۱۸۴/۵۲ ns
سطوح کود	۵	۱۷۳۰۲۰/۶۵ **	۱۲۳۵۹۵/۱۷ **	۷۲/۵۵ **	۱۷۵۶۶/۶۸ **
سال × سطوح کود	۵	۵۹۰۲/۵۸ ns	۲۵۲/۰۳ ns	۸/۳۰ ns	۲۰۶/۳۹ ns
کشت قبل × سطوح کود	۵	۶۰۳۱/۸۵ ns	۲۵۱۰/۰۰ ns	۴/۹۰ ns	۳۱۲۸/۷۸ ns
سال × کشت قبل × سطوح کود	۵	۵۲۹۹/۲۳ ns	۲۱۷/۷۸ ns	۶/۷۴ ns	۳۶۷/۴۴ ns
خطای آزمایشی	۴۴	۴۸۹۶/۹۷	۱۳۱۹/۱۷	۵/۸۳	۲۵۰۳/۳۵
ضریب تغییرات (٪)		۱۵/۱۶	۱۶/۰۱	۱۱/۷۸	۱۵/۵۷

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین دوساله اثر کشت قبل بر عملکرد کمی و کیفی گندم در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲

کشت قبل	عملکرد بیولوژیک (gm^{-2})	عملکرد دانه (gm^{-2})	٪ پروتئین	عملکرد پروتئین (gm^{-2})
نخود	۱۴۸۶/۱۷ a	۶۷۵/۸۳ a	۱۳/۷۰ a	۹۲/۵۸ a
ذرت	۱۲۲۴/۳۳ b	۵۳۰/۸۳ b	۱۱/۲۲ b	۵۹/۵۵ b

جدول ۴- مقایسه میانگین دوساله اثر کود بر عملکرد کمی و کیفی گندم در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲

سطوح کود (کیلوگرم نیتروژن خالص)	عملکرد بیولوژیک (gm^{-2})	عملکرد دانه (gm^{-2})	٪ پروتئین	عملکرد پروتئین (gm^{-2})
۰	۱۱۰۲/۰۰ e	۴۱۷/۵۰ e	۱۱/۰۶ d	۴۶/۱۷ c
۲۰	۱۲۲۰/۰۰ d	۴۷۵/۰۰ d	۱۱/۹۷ c	۵۶/۸۵ c
۴۰	۱۳۳۰/۰۰ c	۵۶۲/۵۰ c	۱۲/۴۹ b	۷۰/۲۵ b
۶۰	۱۴۵۱/۰۰ b	۶۵۰/۰۰ b	۱۲/۶۹ b	۸۲/۴۸ b
۸۰	۱۴۸۴/۰۰ ab	۷۴۰/۰۰ a	۱۳/۰۵ a	۹۶/۵۷ a
۱۰۰	۱۵۴۴/۰۰ a	۷۷۵/۰۰ a	۱۳/۲۴ a	۱۰۲/۶۱ a

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه و درصد پروتئین در تیمار پیش کشت نخود مشاهده شدند و تیمار پیش کاشت ذرت این ویژگی‌ها را بطور معنی‌داری کاهش داد. در بین سطوح کود نیتروژن نیز بیش‌ترین میزان این صفات در مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بدست آمد ولی مقادیر بدست آمده در این تیمار با تیمار مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری نداشتند. بنابراین می‌توان با توجه به شرایط خاک محل آزمایش و بررسی ویژگی‌های آن مصرف بهینه کود را برای زراعت گندم ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار دانست.

توصیه ترویجی

کشت حبوبات از جمله نخود گامی در جهت کشاورزی پایدار و حفظ حاصلخیزی اراضی کشاورزی است. در صورت وجود شرایط مطلوب محیطی و رعایت اصول مدیریتی، نخود از عملکرد خوبی برخوردار شده و بدین ترتیب قسمتی از هزینه‌های اقتصادی کشاورزان نیز تأمین می‌شود. همچنین این محصول تاثیر بسیار مثبت و بسزایی بر زراعت بعدی خود خواهد داشت. نخود به‌دلیل داشتن ریشه راست عناصر و آب را از لایه‌های متفاوتی نسبت به غلات دریافت می‌کند. بنابراین از محصولات مثبت در تناوب با غلات است. با توجه به نتایج این مطالعه به کشاورزان توصیه می‌گردد با رعایت تناوب‌های صحیح زراعی و مصارف بهینه کودهای شیمیایی چرخه اقتصاد کشاورزی خود را بهبود بخشیده و به سلامت جامعه خود کمک کنند. در این پژوهش پیش کاشت (تناوب) نخود برای کاشت گیاه گندم بهتر بود. در پایان باید اشاره کرد با توجه به نتایج این آزمایش و اینکه در کشت گندم بعد از نخود مصرف بهینه کود نیتروژن حدود ۸۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و مصرف بیش‌تر آن عملکرد معنی‌داری در پی نداشت، استفاده از مقادیر اضافی کود شیمیایی سبب افزایش هزینه و آلودگی محیط زیست خواهد شد.

> استفاده بهینه از کودهای شیمیایی علاوه بر کاهش هزینه‌های جانبی سبب حفظ محیط زیست و پایداری کشاورزی می‌شود.

منابع

اسماعیلی م، عین اللهی م، دماوندی ع، طاهری م (۱۳۸۹) بررسی اثر تناوب‌های مختلف بر تولید سیستم‌های زراعی در شرایط دیم در استان زنجان. فناوری‌های نوین کشاورزی، ۴(۱): ۱۴۶-۱۲۹.

بهنیا م. ر (۱۳۷۶) غلات سردسیری. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۴۴ صفحه.

حقیقتی ملکی ا (۱۳۸۴) بررسی جایگاه عدس و نخود در تناوب زراعی گندم. اولین همایش ملی حبوبات، مشهد.

صیادیان ک، طلیعی، ع (۱۳۷۹) بررسی به منظور تعیین تناوب مناسب برای زراعت گندم دیم در منطقه کرمانشاه. نهال و بذر. (۴) ۱۶: ۵۰۸-۴۹۵.

شهسواری ن، صفاری م (۱۳۸۴) اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم در کرمان. مجله پژوهش و سازندگی. ۶۶: ۱۴۰-۱۲۴.

Davis J.G, Westfall D.G, Mortvedt J.J, Shanahan J.F (2002) Feertilizing winter wheat. Agron. J. 84: 1198-1203.

Fowler B.D, Brydon J (2001) No-till winter wheat production on the Canadian prairies. Agron. J. 81: 817-825.

Giovanni G, Silvano P, Giovanni D (2004) Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bredd-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. Europ. J. Agron. 21:181-192.

Hatfield J.L, Prueger J.H (2004) Nitrogen over-use, under-use, and efficiency. Crop Sci. 26: 156-168.

Hauggaard-Nielsen H, Gooding M, Ambus P, Corre-Hellou G, Crozat Y, Dahlmann C, Dibet A, von Fragstein P, Pristeri A, Monti M, Jensen E.S (2009) Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N2-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. Field Crop Res. 113: 64–71.

Havlin J.L, Beaton J.D, Tisdale S.L, Nelson W.L (2004) Soil fertility and fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Sixth Edition, Prentice Hall, New Jersey, USA. 528pp.

Li L, Sun J, Zhang F, Li X, Yang S, Rengel Z (2001) Wheat - maize or wheat-soybean strip intercropping I. Yield advantage and interspecific interaction on nutrients. Field Crop Res. 71: 123 – 137.

Li W, Li L, Sun J, Gua T, Zhang F, Bao X, Peng A, Tang C (2004) Effects of inter cropping and nitrogen application on nitrate presentinthe profile of orthic an orthic anthrosolwest china. Agric. Ecosys. Environ. 105: 483 – 491.

Lotfollahi M, Malakouti M.J (2001) The effect of split nitrogen application on grain. Plant Nutrition, Colloguium, Hannover, Germany, 340 -341.

Marinciu C (2007) Genotype and nitrogen fertilization influence on protein concentration in old and new wheat cultivars. Romanian Agric. Res. 24: 17-25.

Masri Z, Ryan J (2005) Soil organic matter and related physical properties in a Mediterranean wheat based rotation trial. Soil Tillage Res. 81: 54-67.

Mohajerani F, Ghadiri H (2002) Competition in different densities of wild mustard (Brassica kaber) withwinter wheat (Triticum aestivum) under different levels of nitrogen fertilizer Application. J. Agric. Sci. 34 (3):527-537.

Sharma R.K, Agrawal M, Marshall F.M (2006) Heavy metal contamination in vegetables grown in wastewater irrigated areas of Varanasi, India. Bulletin of Environ. Contamin. Toxicol. 77:312-318.

Von Braun J (2007) The world food situation: New Driving firces and Required Actions. IFPRI. Presented at *CGIAR Annual General* Meeting, Bejing, China.