



## به زراعی کشاورزی

دوره ۱۵ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۲  
صفحه‌های ۶۱-۷۴

# تأثیر کاربرد توام کودهای شیمیایی و ارگانیک بر خصوصیات شیمیایی گیاه و خاک در کشت جو در شرایط کم‌آبیاری

سعیده ملکی فراهانی<sup>۱\*</sup>، داریوش مظاهری<sup>۲</sup>، محمدرضا چایی‌چی<sup>۳</sup>

۱. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد

۲. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران



تاریخ وصول مقاله:

تاریخ پذیرش مقاله:

### چکیده

به منظور بررسی اثر نظام‌های کم‌آبیاری و کودی بر برخی خصوصیات شیمیایی گیاه و خاک در کشت جو، آزمایشی به صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار، طی سال‌های زراعی ۱۳۸۵-۸۷، انجام شد. کرت‌های اصلی شامل سه سطح آبیاری ۱. بدون تنش (آبیاری نرمال گیاه تا پایان رسیدگی فیزیولوژیک)، ۲. قطع آبیاری از آغاز گلدهی تا شروع پرشدن دانه و ۳. قطع آبیاری از آغاز گلدهی تا پایان رسیدگی فیزیولوژیک و کرت‌های فرعی شامل شش سطح کودی: بدون کود، استفاده از کود بارور ۲ و نیتروکسین، استفاده از کود ورمی کمپوست، ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود ورمی کمپوست، ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود بارور ۲ و نیتروکسین و استفاده کامل از کود شیمیایی بود. نتایج نشان داد که مصرف تلفیقی کود شیمیایی و ارگانیک (زیستی و ورمی کمپوست) مقدار فسفر خاک را بیشتر از سایر کودها افزایش داد. همچنین، کاربرد تلفیقی کودها، غلظت نیتروژن گیاه را نسبت به سایر تیمارهای کودی افزایش داد. تیمارهای حاوی ورمی کمپوست در تمام سطوح تنش، دارای کربن آلی، نیتروژن و فسفر خاک بیشتری نسبت به سایر تیمارها بودند. همان‌طور که این تیمار در شرایط تنش خشکی باعث افزایش غلظت نیتروژن در گیاه شد، کودهای زیستی در شرایط آبیاری نرمال مقدار فسفر خاک و گیاه را نسبت به سایر کودها افزایش دادند.

کلیدواژه‌ها: تنش رطوبتی، جو، عناصر غذایی، کود زیستی، ورمی کمپوست.

## ۱. مقدمه

در نظام‌های کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای آلی مانند ورمی کمپوست، کود حیوانی، کودهای زیستی نیتروژن و فسفردار مورد توجه هستند. نتایج نشان می‌دهند که این کودها باعث اصلاح خصوصیات شیمیایی خاک از جمله افزایش pH خاک و افزایش کربن آلی، پتاسیم، کلسیم، فسفر و منیزیم قابل دسترس گیاه، ظرفیت نگهداری آب و همچنین، خصوصیات بیولوژیک خاک همانند افزایش وزن میکروبی، تنفس خاک و فعالیت آنزیمی، اسید فسفاتاز، پروتئاز و دهیدروژناز، خاک می‌شوند [۱۰، ۱۳، ۱۴، ۲۷، ۲۹، ۳۱، ۳۲].

ساختار خاک نیز از طریق کودهای آلی یا بقایای ریشه‌های گیاه قبلی اصلاح می‌شود و تشکیل خاک‌دانه‌های با ثبات از فرسایش خاک می‌کاهد [۹، ۱۹]. معدنی شدن فسفر در خاک‌هایی که به صورت زیستی مدیریت می‌شوند، بیشتر از سیستم‌های متداول است [۳۳]. اصلاح خصوصیات شیمیایی خاک عمدتاً مربوط به افزایش ماده آلی در خاک است؛ گرچه استوکدال [۳۹] و همکاران تغییری در محتوای مواد آلی سیستم متداول و زیستی مشاهده نکردند. نتایج استفاده از کود شیمیایی فسفردار (سوپر فسفات تریپل)، کود زیستی فسفردار (کود گاوی و کمپوست زیباله‌های بیولوژیک) و کود تلفیقی دارای فسفر (ترکیبی از کود شیمیایی و زیستی فسفردار) به مدت شش سال در تناوبی شامل کلزا، جو و گندم نشان داد که در مصرف تلفیقی کود شیمیایی و زیستی مقدار فسفر خاک بیشتر از سایر کودها افزایش یافت [۱۸]. همچنین، کاربرد طولانی مدت کود دامی و بقایای محصول به همراه کود شیمیایی نیتروژن باعث افزایش ماده آلی خاک، پایداری خاک‌دانه و نگهداری آب در خاک شد. این تغییرات وابسته به افزایش غلظت کلئیدهای هوموسی بود [۱۷]. مطالعات انجام‌شده درباره اثر منابع گوناگون کودی و همچنین،

نسبت‌های مختلف کودی که در بیشتر مواقع کاربرد ۱۰۰ و ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه‌شده به تنهایی یا در ترکیب با سایر منابع کودی از جمله کود دامی، کمپوست و کود زیستی به کار رفته‌اند، نشان داده‌اند که در اغلب موارد، خصوصیات کیفی همانند درصد اسانس، موسیلاژ، کلروفیل برگ، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روغن دانه در تیمارهای تلفیقی کود شیمیایی و زیستی و ارگانیک بیشتر از سایر روش‌های کوددهی بوده‌اند [۲، ۳، ۴، ۵، ۷، ۸]. همچنین، محمدی [۶] و همکاران در مطالعه‌ای درباره عدس، با بررسی کودهای شیمیایی، زیستی و تلفیق آن‌ها در شرایط متفاوت رطوبتی خاک (آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر) مشخص کردند که در تمام سطوح رطوبتی مطالعه‌شده، تیمار تلفیقی بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد.

از بررسی مطالعات پیشین چنین به نظر می‌رسد که کاربرد سیستم‌های مختلف کودی با توجه به شرایط خاص منطقه، تأثیرات مختلفی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیک خاک و همچنین، کیفیت محصول تولیدشده می‌گذارد. از آنجا که تنش خشکی یکی از عوامل مهم محدودکننده تولید در ایران محسوب می‌شود و به نظر می‌رسد که می‌تواند بر خصوصیات خاک و گیاه اثر بگذارد، جای دارد که مطالعه‌ای درباره تعیین اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه جو که یکی از محصولات استراتژیک کشور است، بر خصوصیات شیمیایی خاک و گیاه انجام شود.

به نظر می‌رسد با وقوع پدیده تغییر اقلیم و پیش‌بینی کاهش میزان بارندگی‌ها، مطالعه الگوهای کم‌آبایی و تأثیرات متقابل آن‌ها با نظام‌های مختلف کودی ضروری باشد. از آنجا که تاکنون مطالعه‌ای در زمینه اثرات متقابل نظام‌های کم‌آبایی و کاربرد کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تأمین‌کننده فسفر (کود زیستی حاوی

## تأثیر کاربرد توام کودهای شیمیایی و ارگانیک بر خصوصیات شیمیایی گیاه و خاک در کشت جو در شرایط کم آبیاری

CF بود. رقم جو مورد استفاده در این مطالعه، جو شش ردیفه رقم ترکمن بود که در ردیف‌های ۲۵ سانتی‌متری با تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع در کرت‌هایی به ابعاد ۳ متر در ۵ متر به صورت ردیفی در ۱۵ اسفند سال اول و ۱۰ آذر سال دوم کشت شد. آبیاری نرمال براساس خروج ۵۰ درصد آب قابل استفاده در منطقه ریشه اجرا شد. در تیمارهای کم آبیاری اجرای تیمار با قطع آبیاری و بستن سر کرت‌ها پس از رسیدن به ۱۰ درصد گلدھی در تیمارهای اول و دوم بود. در تیمار اول کم آبیاری پس از تمام شدن گلدھی و با آغاز مرحله پرشدن دانه، مجدد کرت‌ها براساس رسیدن به ۵۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده تا زمان برداشت آبیاری شدند؛ ولی در تیمار دوم کم آبیاری هیچ آبیاری پس از گلدھی تا زمان برداشت گیاه انجام نشد. زمان آبیاری از طریق اندازه‌گیری درصد رطوبت خاک به روش وزنی تعیین شد. مقادیر کود شیمیایی براساس آزمایش خاک مزرعه (جدول ۱) و نیاز گیاه به عناصر نیتروژن (N)، فسفر (P) و پتاسیم (K) با در نظر گرفتن ضرایب کودی و کارایی مصرف هر یک از کودها محاسبه شد. برای تأمین ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار N، ۳۲ کیلوگرم در هکتار  $P_2O_5$  و ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار  $K_2O$  به ترتیب از کودهای اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم در تیمار کود کامل شیمیایی استفاده شد.

تمام کود فسفر، پتاسیم، کود آلی و یک سوم کود نیتروژن هنگام آماده‌سازی زمین به خاک اضافه شد. در حالی که، مابقی کود نیتروژن در هنگام پنجه‌زنی و گلدھی به صورت سرک به خاک اضافه شد. کود ورمی کمپوست استفاده شده که مشخصات آن در جدول ۲ آورده شده است، قبل از کاشت به میزان ۵ تن در هکتار در تیمار خالص ورمی کمپوست و ۲/۵ تن در هکتار در تیمار تلفیقی با خاک مخلوط شد. کودهای زیستی نیز به میزان توصیه شده (۱۰۰ گرم در هکتار کود بارور ۲ و ۲ لیتر در

باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس) و تثبیت‌کننده نیتروژن (کود حاوی باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر) و همچنین، کود آلی ورمی کمپوست یا تلفیق این کودها با کود شیمیایی بر خصوصیات شیمیایی خاک و گیاه صورت نگرفته است، این تحقیق با این فرض انجام شد که نظام‌های متفاوت کم آبیاری می‌تواند بر فراهم کردن و رهاکردن عناصر مختلف از منابع مختلف کودی، تأثیرات مختلفی بگذارد.

## ۲. مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، واقع در کرج با مختصات عرض جغرافیایی ۵۶°، ۳۵° شمالی و طول جغرافیایی ۵۸°، ۵۰° شرقی و ۱۳۱۲ متر ارتفاع از سطح دریا و دارای بافت خاک شنی - رسی طی سال‌های زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶، اجرا شد.

آزمایش به صورت کرت خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح آبیاری: آبیاری متداول گیاه تا پایان رسیدگی فیزیولوژیک (NS)، کم آبیاری با قطع آبیاری از آغاز گلدھی (زادوکس ۶۵) تا شروع پرشدن دانه (زادوکس ۷۰) (MS) و کم آبیاری با قطع آبیاری از آغاز گلدھی تا پایان رسیدگی فیزیولوژیک (SS) بود که به کرت‌های اصلی اختصاص یافتند و کرت‌های فرعی شامل شش سطح کودی: بدون کود (شاهد NF) استفاده از کودهای زیستی تأمین‌کننده فسفر و نیتروژن (کود بارور ۲ حاوی سودوموناس و باسیلوس و نیتروکسین حاوی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) NB، استفاده از کود ورمی کمپوست (۵ تن در هکتار) VC، ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود ورمی کمپوست CV، ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود زیستی CB، استفاده کامل (۱۰۰ درصد) از کود شیمیایی

هکتار کود نیتروکسین) به صورت تلقیح با بذر در زمان کاشت به کار برده شدند. ویژگی های هواشناسی منطقه طی فصل رشد در جدول ۳ آورده شده است. بارندگی در سال دوم عمدتاً به صورت برف بود و در هیچ یک از سال‌ها، هیچ گونه بارندگی مؤثر طی رشد زایشی اتفاق نیفتاد (تیمارهای مختلف از اواخر اردیبهشت تا اوایل خرداد وارد مرحله گلدهی شدند) که هم‌زمان با مراحل متفاوت اجرای تیمارهای کم‌آبایی بود.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش (عمق ۰-۲۵ سانتی متر)

آهن	روی	منگنز	مس	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	هدایت الکتریکی	واکنش گل	کربن آلی	چگالی
mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	درصد	dS/m	اشباع	درصد	gr/Cm <sup>3</sup>
۱۲/۲	۱۲/۳۲	۱۲	۲/۹۳	۱۹۱	۱۷/۰۴	۰/۰۸۵	۱/۰۲	۸/۴	۰/۷	۱/۵۸

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده

آهن	روی	منگنز	مس	پتاسیم	نیتروژن	فسفر	هدایت الکتریکی	واکنش گل	کربن آلی
mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	درصد	mg/kg	dS/m	اشباع	درصد
۳۲۵۸	۱۱۲	۲۸۳	۵۵	۱۱۸	۲/۳۵	۷۵	۷/۲	۸/۳	۲۶/۹۰

جدول ۳. جمع بارندگی ماهانه، میانگین دمای هوای ماهانه، میانگین رطوبت نسبی ماهانه و دمای هوای حداکثر در طول دوره اول آبان تا ۳۱ تیر در سال‌های زراعی ۸۶-۱۳۸۵ و ۸۷-۱۳۸۶ در ایستگاه هواشناسی کرج، ایران.

ماه	بارندگی (میلی‌متر)		دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)		رطوبت نسبی (%)		دمای هوای حداکثر (درجه سانتی‌گراد)	
	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال
آبان	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷
آذر	۳۲/۶	۲۴/۹	۱۱/۶	۱۳/۴	۵۸/۰	۴۳/۷	۲۴/۸	۲۶/۵
دی	۴۸/۸	۵۸/۸	۳/۴	۶/۰	۶۷/۳	۵۸/۰	۱۳/۴	۱۹/۱
بهمن	۵۱/۶	۳۴۰/۱	۷/۱	-۲/۶	۶۲/۰	۷۲/۰	۱۲/۵	۹/۸
اسفند	۴۴/۷	۲۳۴/۴	۴/۲	-۱/۱	۶۰/۰	۶۹/۵	۱۴/۴	۱۱/۸
فروردین	۷۰/۱	۳۲/۲	۶/۸	۱۰/۵	۶۰/۴	۴۴/۱	۱۷/۱	۳۰/۰
اردیبهشت	۳۹/۹	۳/۸	۱۱/۹	۱۶/۶	۵۴/۸	۳۴/۰	۲۱/۷	۳۴/۴
خرداد	۱۱/۳	۱/۳	۱۸/۴	۲۰/۶	۴۷/۳	۳۴/۰	۲۲/۸	۳۴/۴
تیر	۲/۸	۰/۱	۲۳/۰	۲۳/۸	۴۰/۳	۳۵/۴	۳۳/۰	۳۶/۴
	۸/۵	۰/۱	۲۶/۲	۲۶/۹	۳۷/۳	۳۴/۶	۳۸/۳	۳۹/۰

تأثیر کاربرد توام کودهای شیمیایی و ارگانیک بر خصوصیات شیمیایی گیاه و خاک در کشت جو در شرایط کم آبیاری

### ۳. نتایج و بحث

#### ۱.۳. کربن آلی

اثر سال و اثر متقابل سال، نظام آبیاری، نظام کودی بر درصد کربن آلی خاک معنی دار بود (جدول ۴). به طور کلی میانگین کربن آلی خاک در سال اول بیشتر از سال دوم بود که این امر احتمالاً به دلیل معدنی شدن ماده آلی در سال دوم است. در سال اول، تنش خشکی، باعث کاهش ماده آلی در تیمار شاهد (NF) شد. این امر احتمالاً به دلیل معدنی شدن ماده آلی تحت تنش رطوبتی است. در بین تیمارهای کودی، کاربرد کود ورمی کمپوست چه به تنهایی و چه به صورت تلفیق با کود شیمیایی (تیمارهای CV و VC) باعث افزایش کربن آلی خاک شد (جدول ۵). پرامانیک [۳۶] و همکاران نیز دریافتند که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش کربن آلی در مقایسه با کاربرد سنگ فسفات به تنهایی یا تیمار شاهد بدون کود می شود. در سال دوم، در تمامی تیمارهای کودی به جز تیمار تلفیقی کاربرد کود زیستی و شیمیایی و کود شیمیایی به تنهایی که دچار تنش شدند، درصد کربن خاک افزایش یافت.

پس از رسیدگی گیاهان و برداشت آن‌ها، به منظور تعیین درصد کربن آلی، درصد نیتروژن و غلظت فسفر قابل جذب خاک از عمق توسعه ریشه گیاه جو (۲۵ سانتی متری خاک) در هر کرت نمونه گیری مرکب از خاک منطقه توسعه ریشه گیاه انجام شد. برای تعیین میزان نیتروژن کل از روش کجلدال استفاده شد [۱۵]. غلظت فسفر از طریق روش رنگ زرد مولیبدات و انادات اندازه گیری شد [۳۵]. به دلیل کمبود منابع مالی، تجزیه شیمیایی گیاهان در سه تکرار انجام شد. به منظور تجزیه نتایج دو سال با یکدیگر، تجزیه مرکب روی داده های دو سال انجام شد. اما لازم بود که قبل از تجزیه مرکب، هماهنگی واریانس های متغیرهای مورد بررسی یکنواخت باشند که بدین منظور آزمون یکنواختی بارتلت روی واریانس ها اجرا شد. نتایج آزمون بارتلت نشان داد که در همه موارد کای اسکور محاسبه شده کوچک تر از کای اسکور جدول است. بنابراین، با اطمینان از متجانس بودن واریانس ها، تجزیه مرکب روی داده ها صورت گرفت. واریانس داده ها در نرم افزار SAS تجزیه شد و تفاوت های معنی دار در سطح ۵ درصد با استفاده از روش دانکن مشخص شدند.

جدول ۴. خلاصه تجزیه واریانس مرکب اثر سال، نظام های کم آبیاری و کود بر برخی خصوصیات شیمیایی گیاه و خاک

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییر
فسفر گیاه	نیتروژن گیاه	فسفر خاک	نیتروژن خاک	کربن آلی خاک		
۰/۰۰۰۲ ns	۰/۶۰ **	۱۴۵۶/۴۷ **	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۵ **	۱	سال
۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۹	۸/۷۷	۰/۰۰۵	۰/۰۱۷	۴	تکرار×سال
۰/۰۰۳ **	۰/۶۶ **	۲۷/۵۳ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۲ ns	۲	نظام آبیاری
۰/۰۰۰۱ ns	۰/۳۶ **	۳۹۳/۴۴ **	۰/۰۰۵ *	۰/۰۰۴ ns	۲	سال×نظام آبیاری
۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۵	۳۲/۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷	۸	تکرار×سال×نظام آبیاری
۰/۰۰۷ **	۰/۲۴ **	۹۴/۷۴ **	۰/۰۰۰۷ **	۰/۰۰۴ ns	۵	نظام کودی
۰/۰۰۱ ns	۰/۰۲ *	۴۹/۵۵ **	۰/۰۰۰۵ **	۰/۰۰۴ ns	۵	سال×نظام کودی
۰/۰۰۳ **	۰/۰۳ **	۸۱/۳۴ **	۰/۰۰۰۵ **	۰/۰۰۷ ns	۱۰	نظام آبیاری×نظام کودی
۰/۰۰۳ **	۰/۰۳ **	۶۵/۱۷ **	۰/۰۰۰۶ **	۰/۰۰۹ *	۱۰	سال×نظام آبیاری×نظام کودی
۰/۰۰۰۵	۰/۰۱۱	۱۲/۵۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۴	۶۰	خطای کل
۶/۳۲	۴/۶۸	۱۱/۴۶	۱۳/۷۷	۸/۵۳		ضریب تغییرات

ns: معنی دار نبودن، \*: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، \*\*: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

### ۲.۳. نیتروژن خاک

اثر تمامی عوامل به جز سال و نظام آبیاری بر درصد نیتروژن خاک معنی دار بود. کاربرد کود زیستی به افزایش نیتروژن خاک منجر شد و پس از آن تیمارهای تلفیقی بیشترین مقدار نیتروژن خاک را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). مقدار نیتروژن در تیمار کود شیمیایی کامل تحت آبیاری نرمال کمتر از سایر تیمارهای کودی بود. کود شیمیایی نیتروژن به راحتی در آب خاک حل می شود. کاهش نیتروژن در تیمار کاربرد کود شیمیایی نشان دهنده آبسویی بیشتر نیتروژن در نظام هایی است که کود شیمیایی به تنهایی به کار برده می شود، ولی در تیمارهایی همانند VC و CV که در آن ها کود ورمی کمپوست به کار رفته بود، با افزایش تنش رطوبتی مقدار نیتروژن در آن ها بیشتر از تیمار تلفیقی کود زیستی و کود شیمیایی به تنهایی بود. به نظر می رسد که در تیمارهای حاوی کود ورمی کمپوست افزایش نیتروژن به دلیل حفظ نیتروژن بیشتر در خاک و

کاهش آبسویی ناشی از افزایش ماده آلی و افزایش کلونیدهای هوموسی باشد [۱۷].

### ۳.۳. نیتروژن گیاه

اثر تمامی عوامل تغییر بر درصد نیتروژن گیاه معنی دار بود. با افزایش شدت تنش، غلظت نیتروژن در گیاه در هر دو سال افزایش یافت؛ به طوری که در همه تیمارهای کودی مقدار نیتروژن تحت تنش شدید (SS) بیشتر از سایر نظام های آبیاری بود (جدول ۵). در سال اول، کاربرد کود شیمیایی کامل غلظت نیتروژن را در گیاه نسبت به سایر تیمارها افزایش داد (۲/۵ درصد)، ولی در سال دوم، غلظت نیتروژن در گیاه در تیمارهای تلفیقی بیشتر از سایر تیمارها بود (شکل ۳). کاربرد کودهای ارگانیک در هر دو سال تفاوت معنی داری در مقایسه با تیمار شاهد در مقدار نیتروژن گیاه ایجاد نکرد.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل سال × نظام آبیاری × نظام کودی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک و گیاه

تیمار	کربن آلی خاک	غلظت نیتروژن خاک	غلظت نیتروژن گیاه	غلظت فسفر خاک	غلظت فسفر گیاه
	درصد	درصد	درصد	میلی گرم در کیلوگرم	درصد
سال اول ۱۳۸۶					
NF	۰/۹	۰/۰۹۶	۲/۰۷	۲۳/۷۸	۰/۳۶
NB	۰/۸	۰/۰۹	۲/۰۶	۲۳/۴۹	۰/۴۱
VC	۰/۸۲	۰/۱۰۰	۲/۰۴	۲۸/۲۲	۰/۳۵
CV	۰/۸۳	۰/۱۱۰	۲/۱۷	۲۰/۵۳	۰/۳۵
CB	۰/۷۸	۰/۰۶۶	۲/۲۶	۲۰/۴۲	۰/۳۵
CF	۰/۸۳	۰/۰۷۵	۲/۳۴	۲۰/۸۸	۰/۳۳
NF	۰/۸۸	۰/۰۷۰	۲/۰۵	۲۵/۱۹	۰/۳۶
NB	۰/۹۱	۰/۱۲۵	۲/۱۵	۲۶/۵۱	۰/۴۲
VC	۰/۹۴	۰/۱۳۰	۲/۱۴	۴۲/۳۰	۰/۴۰
CV	۰/۷۸	۰/۰۸۳	۲/۳۲	۲۹/۴۶	۰/۳۶

تأثیر کاربرد توام کودهای شیمیایی و ارگانیک بر خصوصیات شیمیایی گیاه و خاک در کشت جو در شرایط کم آبیاری

تیما	کربن آلی خاک	غلظت نیتروژن خاک	غلظت نیتروژن گیاه	غلظت فسفر خاک	غلظت فسفر گیاه
	درصد	درصد	درصد	میلی گرم در کیلوگرم	درصد
CB	۰/۸۵	۰/۰۹۵	۲/۱۵	۲۸/۷۰	۰/۳۷
CF	۰/۸۹	۰/۱۲۰	۲/۲۹	۳۴/۴۳	۰/۳۵
NF	۰/۷۶	۰/۰۸۰	۲/۲	۲۶/۷۸	۰/۳۳
NB	۰/۸۷	۰/۱۱۰	۱/۹۶	۲۹/۶۷	۰/۳۸
VC	۰/۹۱	۰/۰۹۵	۲/۱۹	۲۷/۱۸	۰/۴۰
CV	۰/۸۷	۱/۲۰	۲/۳۳	۳۰/۰۹	۰/۳۸
CB	۰/۸۲	۰/۱۰۰	۲/۰۹	۲۸/۶۵	۰/۳۷
CF	۰/۸۳	۰/۰۸۶	۲/۶۶	۲۳/۸۵	۰/۳۹
سال دوم ۱۳۸۷					
NF	۰/۶۴	۰/۰۸۲	۲/۰۰	۳۳/۹۴	۰/۳۵
NB	۰/۶۹	۰/۰۹۵	۲/۰۷	۴۳/۶۷	۰/۴۵
VC	۰/۶۷	۰/۰۸۶	۱/۸۸	۴۷/۷۴	۰/۳۶
CV	۰/۶۱	۰/۰۸۵	۲/۱۰	۳۲/۵۵	۰/۳۴
CB	۰/۷۸	۰/۰۹۳	۲/۲۱	۳۷/۵۱	۰/۳۴
CF	۰/۶۸	۰/۰۸۴	۲/۱۸	۲۶/۰۳	۰/۳۲
NF	۰/۷۰	۰/۰۸۳	۲/۳۰	۳۴/۰۲	۰/۳۹
NB	۰/۷۲	۰/۰۸۸	۲/۱۸	۲۷/۴۹	۰/۳۷
VC	۰/۷۲	۰/۰۸۲	۲/۴۲	۲۹/۵۱	۰/۴۱
CV	۰/۷۲	۰/۰۸۷	۲/۵۹	۳۴/۳۸	۰/۳۳
CB	۰/۷۵	۰/۰۸۶	۲/۵۴	۳۷/۰۸	۰/۴۳
CF	۰/۷۴	۰/۰۸۵	۲/۶۱	۲۸/۸۹	۰/۳۷
NF	۰/۷۶	۰/۰۸۵	۲/۴۹	۳۹/۵۴	۰/۴۱
NB	۰/۷۵	۰/۰۸۶	۲/۴۵	۳۶/۰۳	۰/۴۱
VC	۰/۸۰	۰/۰۸۴	۲/۴۶	۳۳/۱۸	۰/۳۷
CV	۰/۷۷	۰/۰۹	۲/۶۵	۳۹/۰۰	۰/۴۱
CB	۰/۶۶	۰/۰۸۳	۲/۵۰	۳۰/۸۹	۰/۳۲
CF	۰/۶۶	۰/۰۸۵	۲/۵۶	۳۰/۸۶	۰/۳۲
LSD	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۸	۲/۸۹	۰/۰۱

NS: بدون تنش (آبیاری نرمال)، MS: کم آبیاری متوسط و SS: کم آبیاری شدید، NF: شاهد بدون کود، NB: بارور ۲+نیتروکسین، VC: ورمی کمپوست، CV: ۵۰ درصد کود شیمیایی+۵۰ درصد ورمی کمپوست، CB: ۵۰ درصد کود شیمیایی+بارور ۲ و نیتروکسین، CF: استفاده کامل از کود شیمیایی

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۵ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۲

ورمی کمپوست (CV) و شیمیایی کارایی بیشتری در تأمین نیتروژن گیاه به خصوص در شرایط تنش با حفظ آب بیشتر در خاک و معدنی شدن بیشتر (سرعت بیشتر اکسیداسیون به دلیل خشکی یا طولانی تر بودن طول دوره رشد) در سال دوم، مواد غذایی بیشتری نسبت به سال دوم در دسترس گیاه قرار داد.

مونتومورو [۳۰] نیز در مطالعه خود دریافت که کودهای تلفیقی می توانند نیتروژن بیشتری برای گیاه فراهم کنند. عدم افزایش معنی دار غلظت نیتروژن در گیاه با کاربرد کودهای ارگانیک در مقایسه با تیمار شاهد می تواند مبین آن باشد که این کودها نهاده نیتروژن کمی برای رشد گیاه فراهم کرده اند که در مورد کود ورمی کمپوست می تواند به دلیل کمتر بودن سرعت معدنی شدن و یا غیرهم زمانی تأمین نیتروژن از طریق این کود با نیازهای تغذیه ای جو باشد و یا در مورد کود زیستی که باکتری های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم موجود در کود زیستی نیتروکسین جزء دسته باکتری های تحریک کننده رشد هستند؛ زیرا رشد جو را با رها کردن هورمون افزایش دادند، ولی افزایشی در مقدار نیتروژن گیاه ایجاد نکردند. کانبولات [۱۲] و همکاران در مطالعه خود در مورد جوی بهاره بیان کردند که باکتری های آزوسپریلیوم براسیلنس و آزوسپریلیوم ایراکنس هر دو رشد گیاه را تحریک کردند و عملکرد دانه را افزایش دادند، ولی محتوای نیتروژن گیاه یا دانه را تغییری ندادند که این نتایج به خوبی با نتایج این مطالعه سازگار است.

همان طور که قبلاً ذکر شد، در سال دوم بارندگی بیشتری نسبت به سال اول اتفاق افتاد که این بارندگی عمدتاً در ماه های دی و بهمن و به صورت برف بود؛ لذا، میزان رطوبت بیشتر در خاک به افزایش رشد رویشی در بهار منجر شد. از سوی دیگر دمای هوای طی رشد زایشی و پر شدن دانه در سال دوم بالاتر و رطوبت نسبی هوا کمتر از سال اول بود. دمای بالا و رطوبت نسبی کمتر در این دوره

افزایش شدید غلظت نیتروژن گیاه در هر دو سال در گیاهانی که کود شیمیایی کامل دریافت کرده بودند و تحت شرایط کم آبیاری شدید رشد کرده بودند، می تواند ناشی از کاهش شدید عملکرد دانه و افزایش انتقال مجدد نیتروژن به دانه در این تیمار نسبت به سایر تیمارها باشد. مطالعه عملکرد دانه نشان داده است که میزان عملکرد دانه در تیمارهایی که کود شیمیایی کامل دریافت کرده بودند و در شدیدترین شرایط کم آبیاری رشد کردند، نسبت به سایر تیمارها کمترین بود [۲۶]. افزایش غلظت نیتروژن با تنش مسئله ای است که دانشمندان زیادی به آن اشاره کرده اند [۲۳] و این افزایش غلظت نیتروژن دانه به دلیل کاهش عملکرد تحت تنش است و در واقع بیان کننده مسئله رقیق کردن غلظت عناصر در گیاه را با افزایش عملکرد بیان می کند [۲۰]. همچنین، بعضی افزایش انتقال مجدد را دلیل افزایش غلظت عناصر در دانه می دانند [۲۳، ۱۰]. اثر مثبت تنش خشکی روی محتوای پروتئین دانه از طریق کاهش سنتز و ذخیره کربوهیدرات [۲۱، ۳۴] اجازه می دهد که غلظت بیشتری از نیتروژن در واحد نشاسته در دانه جمع شود و این امر، تأیید کننده نظر ساوین و نیکولاس [۳۸] مبنی بر حساس تر بودن تجمع نشاسته به تنش پس از لقاح، نسبت به تجمع پروتئین و بالاتر بودن شاخص برداشت نیتروژن نسبت به شاخص برداشت ماده خشک است.

کود شیمیایی در سال اول احتمالاً به دلیل آبشویی کمتر ناشی از کوتاه تر بودن طول دوره رشد، مقدار نیتروژن بیشتری برای جذب گیاه فراهم کرد و در نتیجه غلظت نیتروژن را در دانه افزایش داد. همچنین، بیشتر بودن بارندگی در سال دوم که بخش اعظم آن به صورت برف در ماه های دی و بهمن انجام شد نیز می تواند به آبشویی بیشتر کود شیمیایی منجر شده باشد؛ بنابراین، کاربرد کود شیمیایی به تنهایی نتوانست کارایی خود را همچون سال اول حفظ کند؛ لذا، کودهای تلفیقی به خصوص کود تلفیقی



ایچرلر لوبرمن [۱۸] و همکاران نیز دریافتند که در یک تناوب که شامل کلزا، جو و گندم بود، مصرف تلفیقی کود شیمیایی و ارگانیک، مقدار فسفر خاک را بیشتر از سایر کودها افزایش داد.

کودهای حاوی ورمی کمپوست در تمام سطوح تنش، فسفر بیشتری نسبت به سایر تیمارها در خاک داشتند. کودهای زیستی در شرایط آبیاری نرمال مقدار فسفر را نسبت به سایر کودها افزایش دادند. این امر به محلول کردن فسفر خاک از طریق باکتری‌های به‌کاررفته مربوط است. تنش باعث کاهش فسفر در این تیمار شد که احتمالاً به کاهش فعالیت باکتری‌ها در اثر تنش باز می‌گردد. کاهش فعالیت باکتری‌های حل‌کننده تحت شرایط خشکی شدید را قبلاً رهمان و نوتیال [۳۷] اثبات کرده بودند. به نظر می‌رسد کاهش رشد و جذب فسفر در گیاه، پس از تنش، باعث افزایش فسفر در خاک شده باشد. کاهش فسفر نیز می‌تواند به دلیل رسوب فسفر به‌صورت ترکیبات نامحلول در خاک باشد.

### ۵.۳. فسفر گیاه

درصد فسفر گیاه تحت تأثیر نظام آبیاری، کودی، اثر متقابل نظام آبیاری در نظام کودی و اثر سال در نظام آبیاری در نظام کودی قرار گرفت. تیمارهای کودی مقدار فسفر را تحت تأثیر قرار دادند؛ به‌طوری که تیمار کود زیستی بیشترین مقدار فسفر را داشت (جدول ۵). در سال اول در تمام تیمارهای کودی به غیر از کاربرد کود زیستی به تنهایی و شاهد، با افزایش تنش، مقدار فسفر گیاه افزایش یافت (جدول ۵). این پدیده مبین آن است که در سال اول تیمارهای متداول، تلفیقی و ورمی کمپوست تحت شرایط تنش کارایی لازم در تأمین فسفر داشتند، به‌خصوص کود ورمی کمپوست که احتمالاً با معدنی شدن بیشتر تحت تنش خشکی شدید توانست فسفر بیشتری نسبت به سایر کودها

در غلات باعث افزایش انتقال مجدد مواد به دانه می‌شود. لذا، بدین دلایل عملکرد سال دوم در تمامی تیمارهای کودی که به‌طور کامل آبیاری شده بودند نسبت به سال اول افزایش یافت [۲۶]. بنابراین، بالاتر بودن غلظت نیتروژن در این تیمارها در سال دوم ناشی از جذب بیشتر نیتروژن و افزایش رشد گیاه است؛ ولی این شرایط رطوبت و دمایی در تیمارهای کم‌آبیاری نه تنها نتوانست چنین نتایجی را به وجود بیاورد، بلکه نتیجه عکس در برداشت، یعنی با کاهش عملکرد، افزایش غلظت نیتروژن در گیاه را باعث شد. این کاهش عملکرد در تیمارهایی که کود تلفیقی دریافت کرده بودند، با شدت کمتری رخ داد که این نتایج همان‌طور که وو و اکسیا [۴۰] بیان کرده‌اند، ناشی از فراهمی آب بیشتر و افزایش کارایی مصرف آب در تیمارهای تلفیقی است. بنابراین، همان‌طور که بلیز [۱۱] و همکاران نتیجه گرفتند، عملکرد نیتروژن در تیمارهای تلفیقی بیشتر شد.

به‌طور کلی با مقایسه میانگین نتایج دو سال آزمایش مشخص می‌شود در تیمارهای مختلف، درصد نیتروژن خاک پس از پایان رشد گیاه، رابطه عکس با غلظت نیتروژن در گیاه دارد و این امر به‌خوبی با نتایج گودینگ [۲۲] و همکاران سازگار است. در مطالعات پیشین مشخص شده است که تولید و عملکرد پروتئین در غلات عمدتاً با محدودیت منبع کنترل می‌شود [۲۲] بنابراین، افزایش منبع نیتروژن به افزایش غلظت پروتئین در دانه جو و گندم منجر می‌شود [۱۶، ۲۵، ۲۲، ۲۳].

### ۴.۳. فسفر خاک

اثر تمامی عوامل به جز نظام آبیاری بر غلظت فسفر قابل جذب خاک معنی‌دار بود. مقدار فسفر با افزایش شدت تنش در نظام‌های کودی متداول، تلفیق ورمی کمپوست با کود شیمیایی و شاهد افزایش یافت (جدول ۵).

کود شیمیایی، فسفر بیشتری در گیاه فراهم کرد، ولی در شرایط نرمال آبیاری، کود زیستی باعث بیشترین جذب و ذخیره فسفر (۴۳ درصد) در گیاه شد که این امر می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که فسفر خاک در حد مطلوب برای فعالیت باکتری‌های حل‌کننده فسفات بوده است، در غیر این صورت چنانچه فسفر خاک کافی نبود، طبق یافته‌های کیرچمن و رایان [۲۴] این کود کارایی لازم را نداشت. انصاری [۱] و همکاران نیز در مطالعه خود در سورگوم به این نتیجه رسیدند که چنانچه گیاه تحت تنش قرار گیرد، از عملکرد گیاه در تیمارهای کودهای زیستی حل‌کننده فسفر نسبت به عملکرد آن در شرایط آبیاری کامل کاسته می‌شود. چنین به نظر می‌رسد که رطوبت کافی برای تحریک رشد و فعالیت باکتری‌های محرک رشد و حل‌کننده فسفات ضروری است.

### ۶.۳. پیشنهادها

تنش خشکی از طریق کاهش آبیاری در نظام‌های متداول و تحریک معدنی‌شدن مواد آلی در نظام‌های ارگانیک یا تلفیقی می‌تواند در بالابردن نیتروژن خاک و گیاه مؤثر باشد. کاربرد کودهای آلی همانند ورمی کمپوست به تنهایی یا به صورت تلفیقی می‌تواند علاوه بر بالابردن درصد کربن آلی خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک، افزایش ظرفیت تبادل خاک و افزایش نیتروژن و فسفر در خاک از شست‌وشوی عناصر در خاک جلوگیری کند و علاوه بر بالابردن کارایی مصرف کودهای شیمیایی از آلودگی آب‌های زیرزمینی بکاهد. نتایج این بررسی نشان داد که بین مقدار غلظت عناصر در خاک و گیاه می‌تواند رابطه مستقیمی وجود داشته باشد. نتایج مقایسه بین تیمارهای کودی نشان می‌دهد که در محدوده وسیعی از شرایط متغیر خاک از جمله مقدار رطوبت، فراهمی عناصر غذایی، شرایط متغیر محیطی اعم از رطوبت نسبی و دماهای

فراهم کند و از طرفی دیگر با کاهش رشد تحت تنش به بالا رفتن غلظت فسفر در گیاه منجر شدند. بالا بودن فسفر در تیمار کود زیستی مبین آن است که باکتری‌های باسیلوس لتوس و سودوموناس پوتیدا موجود در کود بارور ۲ از دسته باکتری‌های حل‌کننده فسفات هستند، چون مقدار فسفر در گیاه را افزایش دادند، ولی این پدیده در کاربرد تلفیقی کود زیستی دیده نشد که احتمال دارد در این تیمار به علت بالا بودن فسفر خاک ناشی از کاربرد کود شیمیایی، فعالیت باکتری‌ها کند شده باشد و یا به دلیل بالاتر بودن عملکرد دانه در تیمار تلفیقی کود زیستی نسبت به کاربرد خالص کود زیستی و به تبع آن رقت این عنصر باشد. چنین نتیجه‌ای در مطالعه انصاری [۱] و همکاران نیز به دست آمد. آن‌ها در بررسی کم‌آبیاری و سیستم‌های مختلف کودی فسفر در دو رقم سورگوم به این نتیجه رسیدند که در شرایط تنش رطوبتی، عملکرد دانه در سیستم‌های تلفیقی شیمیایی و باکتری‌های محرک رشد و قارچ میکوریزا بیشتر از کاربرد خالص کودهای زیستی است. چنین نتیجه‌ای نیز در این آزمایش از مقایسه عملکرد دانه در شرایط کم‌آبیاری به دست آمد [۲۶]. تحقیق کانبولات [۱۲] و همکاران نیز چنین نتیجه‌ای را در برداشت. البته کارایی کود زیستی با تنش شدید کاهش یافت که این امر احتمالاً به دلیل کاهش فعالیت باکتری‌های حل‌کننده تحت شرایط خشکی شدید است [۳۷]. این دو عامل، یعنی بالا بودن مقدار فسفر خاک در کاربرد تلفیقی کود زیستی و کاهش فعالیت باکتری‌ها تحت تنش خشکی با همدیگر سبب کاهش کارایی این کود در تنش شدید در هر دو سال نسبت به تنش ملایم در این تیمار و هم نسبت به کود تلفیقی ورمی کمپوست تحت تنش شدید در هر دو سال شد.

به طور کلی تنش، باعث افزایش غلظت فسفر در گیاه شد و تیمار تلفیقی ورمی کمپوست نسبت به تیمار متداول

## تأثیر کاربرد توام کودهای شیمیایی و ارگانیک بر خصوصیات شیمیایی گیاه و خاک در کشت جو در شرایط کم آبیاری

- بحرانی، کودهای حاوی ورمی کمپوست قابلیت فراهم کردن عناصر غذایی برای رشد گیاه را دارند. لذا، توصیه می‌شود تا مطالعات بعدی به بررسی مقادیر مختلف کود ورمی کمپوست و کود شیمیایی و یا روش‌های مختلف کاربرد اعم از دست‌پاش و یا ردیفی بپردازد تا نتایج دقیق‌تری در خصوص این ترکیب کودی به دست آید. از آنجا که تغییر ماده آلی خاک نیاز به اثر کاربرد طولانی‌مدت کودها در خاک دارد و همان‌طور که درادو [۱۷] و همکاران بیان کرده‌اند تأثیرات مثبت کاربرد کودهای ارگانیک بر افزایش ماده آلی خاک در کاربرد طولانی‌مدت آن‌ها نمایان می‌شود، لذا، پیشنهاد می‌شود پویایی عناصر در خاک و گیاه در نظام‌های مختلف کودی و آبیاری در آزمایش‌های با مدت زمان‌های طولانی‌تری بررسی شود.
۴. شوقی کلخوران، س؛ قلاوند، ا؛ مدرس‌ثانوی، ع؛ م؛ (۱۳۹۰). «تأثیر کودهای زیستی و سبز (گندم زمستانه) در ترکیب با منبع تلفیقی نیتروژن (شیمیایی - دامی) بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان». *علوم محیطی*. ۳۴، ۴، ص. ۳۵-۵۲.
۵. محمدی، خ؛ قلاوند، ا؛ آقاعلیخانی، م؛ رخزادی، ا؛ (۱۳۹۰). «تأثیر روش‌های مختلف افزایش حاصلخیزی خاک از طریق افزودن کودهای آلی، شیمیایی و بیولوژیکی بر عملکرد و کیفیت دانه کلزا (*Brassica napus L.*)». *بوم‌شناسی کشاورزی*، ۳، ص. ۲۹۸-۳۰۸.
۶. محمدی، م؛ مقدم، ح؛ مجنون‌حسینی، ن؛ احمدی، ع؛ خاوازی، ک؛ (۱۳۹۰). «بررسی تأثیر کودهای فسفوری شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم عدس (*Lens culinaris L.*) در شرایط متفاوت رطوبتی». *علوم گیاهان زراعی ایران*. ۴، ص. ۸۴۵-۸۵۵.
۷. مکی‌زاده تفتی، م؛ چایی‌چی، م؛ نصراله‌زاده، ص؛ خاوازی، ک؛ (۱۳۹۱). «اثر کاربرد منابع مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه مرزه (*Satureja hortensis L.*)». *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*. ۵۶، ۲، ص. ۳۳۰-۳۴۱.
۸. مکی‌زاده تفتی، م؛ نصراله‌زاده، ص؛ زهتاب سلماسی، س؛ چایی‌چی، م؛ خاوازی، ک؛ (۱۳۹۱). «اثر کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum L.*)». *دانش کشاورزی و تولید پایدار*. ۱، ۱، ص. ۱-۱۲.
۱. انصاری‌جویینی، م؛ چایی‌چی، م؛ ر؛ کشاورز افشار، ر؛ احتشامی، م؛ ر؛ (۱۳۹۰). «اثر مصرف کودهای زیستی و شیمیایی فسفر بر عملکرد دانه دو رقم سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor L.*) در شرایط کم‌آبیاری». *نهل و بذر*. ۴، ص. ۴۹۰-۴۷۱.
۲. پوریوسف، م؛ مظاهری، د؛ چایی‌چی، م؛ ر؛ رحیمی، ا؛ توکلی، ا؛ (۱۳۹۰). «تأثیر مدیریت‌های مختلف حاصلخیزی خاک (شیمیایی، آلی و تلفیقی) بر عملکرد، اجزاء عملکرد، صفات کیفی و غلظت عناصر در دانه اسفروزه (*Plantago ovate Forsk.*)». *پژوهش و سازندگی*. ۹۳، ۴، ص. ۸-۱۸.
۳. حمزه‌بی، ج؛ سرمدی‌نایی، ح؛ (۱۳۸۹). «تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد، اجزای عملکرد، کارایی زراعی و جذب نیتروژن در ذرت». *فن‌آوری تولیدات گیاهی*. ۲، ۲، ص. ۵۳-۶۴.

### منابع

9. Ball BC Watson CA and Baddeley JA (2007) Soil physical fertility, soil structure and rooting conditions after ploughing organically managed grass/clover swards. *Soil Use and Management*. 23: 20–27.
10. Berecz K Kismanyoky T and Debreczeni K (2005) Effect of organic matter recycling in long-term fertilization trials and model pot experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 36: 191-202.
11. Blaise D Ravindran CD and Singh JV (2006) Trend and stability analysis to interpret results of long-term effects of application of fertilizers and manure to cotton grown on rainfed vertisols. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 192: 319.
12. Canbolat MY Bilen S Çakmakçı R Şahin F and Aydın A (2006) Effect of plant growth-promoting bacteria and soil compaction on barley seedling growth, nutrient uptake, soil properties and rhizosphere microflora. *Biology and Fertility of Soils*. 42: 350–357.
13. Clark MS Horwath WR Shennan C and Scow KM (1998) Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. *Agronomy Journal*. 90: 662-671.
14. Courtney RG and Mullen GJ (2008) Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresource Technology*. 99: 2913–2918.
15. Cottenie AM Verloo L Kiekens G Velghe and Camerlynik R (1982) Chemical analysis of plant on soils lab. Of an Analytical and Agroch., State University of Ghent, Belgium.
16. De Ruiter JM (1999) Yield and quality of barley (*Hordeum vulgare* L. 'Valetta') in response to irrigation and nitrogen fertilization. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 27: 307-317.
17. Dorado J Zancada MC Almendros G and Lopez-Fando C (2003) Changes in soil properties and humic substances after long-term amendments with manure and crop residues in dry land farming systems. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 166: 31-38.
18. Eichler-Lobermann B Kohne S and Koppen D (2007) Effect of organic, inorganic and combined organic and inorganic P fertilization on plant P and soil P pools. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 170: 623-628.
19. Emmerling C Liebner C Haubold-Rosar M Katur J and Schröder D (2000) Impact of application of organic waste materials on microbial and enzyme activities of mine soils in the Lusatian coal mining region. *Plant and Soil*. 220: 129-138.
20. Feil B Moser SB Jampatong S and Stamp P (2005) Mineral composition of the tropical maize varieties as affected by pre-anthesis drought and rate of nitrogen fertilization. *Crop Science*. 45: 516-523.
21. Gooding MJ Ellis RH Shewry P and Schofield J (2003) Effects of Restricted Water Availability and Increased Temperature on the Grain Filling, Drying and Quality of Winter Wheat. *Journal of Cereal Science*. 37: 295-309.

22. Gooding MJ Gregory PJ Ford KE and Rusk RE (2007) Recovery of nitrogen from different sources following applications to winter wheat at and after anthesis. *Field Crops Research*. 100: 143-154.
23. Haberland J Svoboda P and Raimanova I (2008) The effect of post-anthesis water supply on grain nitrogen concentration and grain nitrogen yield of winter wheat. *Plant Soil and Environment*. 54: 304-312.
24. Kirchmann H and Ryan MH (2004) Nutrients in Organic Farming – Are there advantages from the exclusive use of organic manures and untreated minerals? *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*, 26 Sep – 1 Oct.
25. Le Bail M and Meynard J (2003) Yield and protein concentration of spring malting barley: the effects of cropping systems in the Paris Basin (France). *Agronomie*. 23: 13–27.
26. Maleki Farahani S Chaichi MR (2012) Application of biological and integrated fertilizers mitigates the adverse effects of drought stress on barley. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 3 (7): 1508-1509.
27. Manivannan S Balamurugan M Parthasarathi K Gunasekaran G and Ranganathan LS (2009) Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity - Beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Environmental Biology*. 30: 275-281.
28. Marinari S Mancinelli R Campiglia E and Grego S (2006) Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. *Ecological Indicators*. 6: 701–711.
29. Melero S Porras JC R Herencia JF and Madejon E (2006) Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. *Soil and Tillage Research*. 90: 162–170.
30. Montemurro F (2009) Different Nitrogen Fertilization Sources, Soil Tillage, and Crop Rotations in Winter Wheat: Effect on Yield, Quality, and Nitrogen Utilization. *Journal of Plant Nutrition*. 32: 1-18.
31. Oberson A Fardeau JC Besson JM and Sticher H (1993) Soil phosphorus dynamics in cropping systems managed according to conventional and biological agricultural methods. *Biology and Fertility of Soils*. 16: 111-117.
32. Odlare M Pell M and Svensson K (2008) Changes in soil chemical and microbiological properties during 4 years of application of various organic residues. *Waste Management*. 28: 1246–1253.
33. Oehl F Frossard E Fliessbach A Dubois D and Oberson D (2004) Basal organic phosphorus mineralization in soils under different farming systems. *Soil Biology and Biochemistry*. 36: 667–675.
34. Ozturk A and Aydin F (2004) Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 190: 93-99.
35. Page AL Miller RH and Keeney DR (1982)

- Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties (2th ed). Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.
36. Pramanik P Bhattacharya S Bhattacharyya P and Banik P (2009) Phosphorous solubilization from rock phosphate in presence of vermicomposts in Aqualfs. Geoderma: 152, 16-22.
37. Rehman A and Nautiyal CS (2002) Effect of Drought on the Growth and Survival of the Stress-Tolerant Bacterium *Rhizobium* sp. NBRI2505 sesbania and its drought- sensitive transposon Tn5 mutant. Current Microbiology. 45: 368-377.
38. Savin R and Nicolas ME (1996) Effects of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. Australian Journal of Plant Physiology. 23: 201-210.
39. Stockdale E Shepherd M Fortune S and Cuttle S (2002) Soil fertility in organic farming systems - fundamentally different? Soil Use and Management. 18: 301-308.
40. Wu QS and Xia RX (2006) *Arbuscular mycorrhizal* fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. Journal of Plant Physiology. 163: 417-425.