اثر منبع و مقدار نیتروژن بر ویژگی‌های رشد گندم در سطوح مختلف فشردگی خاک

نصرت اله نجفی [۱]، فاطمه جلیلیان [۲] و عادل ریحانی‌تبار [۱]
۱- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز ، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد ر گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز

چکیده
این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل منبع و مقدار کود آلی در هفت سطح (شاهد، اوره، نیترات آمونیم و سولفات آمونیم هر یک در سه سطح صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و فشردگی خاک در دو سطح (چگالی ظاهری ۲/۱ و ۷/۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و در سه تکرار انجام شد. برای انجام آزمایش، ۱۰ کیلوگرم خاک داخل گلدان‌های مخصوصی از جنس پی‌وی‌سی ریخته و سپس بذرهای گندم رقم الوند کاشته شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm۳ شاخص کلروفیل برگ‌ها، وزن خشک شاخساره، ارتفاع گیاه، قطر ساقه در محل طوقه، وزن خوشه، تعداد سنبلچه در هر خوشه و تعداد پنجه در بوته گندم به‌طور معناداری کاهش یافت. اثر کود نیتروژن بر ویژگی‌های رشد گندم به منبع و مقدار کود و سطح فشردگی خاک بستگی داشت. با این حال، با مصرف هر سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم در هر دو سطح فشردگی خاک، شاخص کلروفیل برگ‌ها، وزن خشک شاخساره، طول خوشه، تعداد سنبلچه در هر خوشه و تعداد پنجه در بوته گندم به‌طور معناداری نسبت به شاهد افزایش یافت. برای بهبود رشد و عملکرد گیاه گندم، مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع اوره یا سولفات آمونیم در کیلوگرم خاک در شرایط فشرده و غیرفشرده مشابه این پژوهش می‌تواند توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: تغذیه گیاه، خاک متراکم، کود نیتروژن، گندم

مقدمه
گندم یکی از قدیمي‌ترین و پرارزش‌ترین گیاهان روی زمین است که بیش از هر محصول دیگری در دنیا کشت مي‌شود. این گیاه در تهیه انواع نان و شیرینی‌ها، خوراك انسان، تغذیه حیوانات و مصارف صنعتی کاربرد دارد. یکی از مشکلات تولید گندم در ایران و جهان فشردگی خاک‌ها می‌باشد که بر اثر عبور و مرور مکرر ماشین‌های کشاورزی، انسان و حیوانات در زمین‌های زراعی، ایجاد شده و باعث کاهش رشد و عملکرد گندم می‌شود. بر اثر تراکم (فشردگی) خاک ساختمان خاک تخریب شده، چگالی ظاهری افزایش یافته، تخلخل و هدایت آب در خاک کاهش یافته، مقاومت مکانیکی خاک در برابر رشد ریشه‌ها افزایش یافته و در نتیجه جذب عناصر غذایی و تغذیه گیاه مختل شده و رشد و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد. یکی از روش‌های کاهش اثر فشردگی خاک بر رشد گیاه مصرف کود نیتروژن در خاک می‌باشد. در این مورد منبع و مقدار کود نیتروژن اهمیت ویژه‌ای داشته و می‌تواند رشد و عملکرد گیاه را در شرایط خاک فشرده و غیرفشرده بهبود بخشد (مارشنر، ۱۹۹۵؛ آکانی و اوجینی، ۲۰۰۷). لذا، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر منبع و مقدار نیتروژن بر ویژگی‌های رشد گندم در سطوح مختلف فشردگی خاک بود.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در شرایط مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در سال ۱۳۹۱ انجام شد. ابتدا قطعه زمینی انتخاب و از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری آن نمونه مرکب تهیه شد و بعد از هواخشك كردن و عبور از الك دو میلي‌متری، ویژگي‌های شیمیایی و فیزیکی آن تعیین شد. خاك قطعه زمین انتخابی از الك ۷۵/۴ میلي‌متر عبور داده شده و خوب مخلوط شد و درصد رطوبت هواخشك آن تعیین شد. سپس آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی با ۱۴ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. فاکتورها شامل منبع و مقدار نیتروژن در ۷ سطح (شاهد، کودهای اوره، نیترات آمونیم و سولفات آمونیم هر یک در سه سطح صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ mg N/kg) و فشردگی خاک در دو سطح (چگالی ظاهری ۲/۱ و ۱/۳۷ g/cm) بود. ابتدا ۱۰ کیلوگرم خاك خشك عبور یافته از الك ۷/۴ میلي‌متری توزین و در یک تشتک ریخته شد. سپس یک‌سوم کودهای نیتروژن به‌صورت محلول به آن افزوده شده و با افزودن آب مقطر رطوبت خاک به ظرفیت مزرعه‌ای رسانده شد و خوب مخلوط گردید. سپس گلدان‌های مخصوصی از جنس لوله‌های پي‌وي‌سی به قطر داخلی ۴/۱۵ سانتي‌متر تهیه شد. برای فشرده کردن دقیق و یکنواخت خاک، لوله‌های پی‌وی‌سی به سه قسمت مساوی تقسیم و علامت‌گذاری شد. آنگاه نمونه خاک آماده شده به سه قسمت مساوی تقسیم و هر بار یک قسمت آن به داخل گلدان مخصوص ریخته شد و با استفاده از یک پتک فلزی استوانه‌ای شکل، عمل فشرده کردن خاک تا خط نشانه مورد نظر انجام شد. پس از ایجاد سطوح فشردگی مورد نظر در خاک داخل گلدانها، برای اینکه بذرها به‌راحتی بتوانند جوانه زده و رشد کنند، خاک نرمی به ارتفاع ۵ سانتی‌متر روی خاک متراکم شده هر گلدان ریخته شد سپس در هر گلدان تعداد هشت بذر گندم رقم الوند کاشته شد. پس از استقرار گیاهان، تعداد آنها به سه عدد در هر گلدان تنک شد. گلدان‌ها با استفاده از استوانه مدرج با آب یکسانی آبیاری شدند. برای تعیین آب آبیاری مورد نیاز از تشت تبخیر استفاده شد. کودهای نیتروژن دو بار دیگر (یک‌سوم یك ماه بعد از کشت و یک‌سوم دو ماه بعد از کشت) به‌صورت محلول به خاك هر تیمار اضافه شدند. در طول دوره رشد

شاخص کلروفیل برگ‌ها با دستگاه کلروفیل‌سنج Hansatech CL-۰۱ ساخت انگلستان اندازه‌گیری شد. پس از برداشت گندم، وزن خشک شاخساره، ارتفاع گیاه، قطر ساقه در محل طوقه، طول خوشه، وزن خوشه، تعداد سنبلچه در هر خوشه و تعداد پنجه در بوته تعیین شد. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام رسم شد.

نتایج و بحث

وزن خشک شاخساره: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک شاخساره گندم معنادار و اثر متقابل آنها غیرمعنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف نیتروژن از نظر وزن خشک شاخساره تفاوت معنادار وجود داشت؛ بیشترین وزن خشک شاخساره با مصرف ۱۵۰ mg N/kg از منبع اوره و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) و ۳۰۰ mg N/kg اوره مشاهده شد. احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) نیز در یک مطالعه مزرعه‌ای افزایش وزن خشک شاخساره و عملکرد گندم بر اثر مصرف اوره را گزارش دادند. با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm۳ وزن خشک شاخساره گندم به‌طور معناداری کاهش یافت (جدول ۱). مولارت (۱۹۹۸) گزارش کرد که فشردگی خاک رشد و توسعه ریشه را مختل می‌کند و بیشترین تأثیر را بر وزن خشک بخش هوایی گیاه می‌گذارد. کاهش وزن خشک شاخساره گندم در تیمار ۳۰۰ mgN/kg اوره و چگالی ظاهری ۲/۱ g/cm۳ را می‌توان به آسیب دیدن دانهال‌ها بر اثر آمونیاک و افزایش pH خاک بر اثر هیدرولیز اوره نسبت داد. هیدرولیز اوره در مقادیر زیاد سبب افزایش pH خاک، مختل شدن جذب عناصر غذایی و کاهش رشد گیاه می‌شود (هاولین و همکاران، ۱۹۹۹).

جدول ۱ - مقایسه میانگین‌های وزن خشک شاخساره، ارتفاع گیاه و شاخص کلروفیل گندم برای اثر اصلی فشردگی خاک و کود نیتروژن

عامل	سطوح	وزن خشک شاخساره (g/pot)	ارتفاع گیاه (cm)	شاخص کلروفیل
منبع و مقدار کود نیتروژن	شاهد	de۶۹/۲۰	b۹۵/۵۵	e۹۸/۱۰
	اوره ۱۵۰ (mg N/kg)	a۸۶/۲۵	e۳۵/۵۱	a۸۵/۱۴
	اوره ۳۰۰ (mg N/kg)	e۴۶/۱۹	c۶۵/۵۴	d۶۶/۱۱
	نیترات آمونیم ۱۵۰ (mg N/kg)	cd۱۹/۲۲	f۹۳/۴۹	b۷۶/۱۳
	نیترات آمونیم ۳۰۰ (mg N/kg)	bc۶۴/۲۲	c۱۴/۵۵	c۷۳/۱۲
	سولفات آمونیم ۱۵۰ (mg N/kg)	a۸/۲۵	d۳/۵۳	de۳۸/۱۱
	سولفات آمونیم ۳۰۰ (mg N/kg)	b۱۱/۲۴	a۵۸/۵۶	a۴۹/۱۴
چگالی ظاهری (g/cm۳)	۲/۱	a۱/۲۴	a۷۹/۵۵	a۱۳/۱۴
	۷/۱	b۸۲/۲۱	b۸۹/۵۱	b۵۵/۱۱

ارتفاع گیاه: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنها بر میانگین ارتفاع گندم در سطح احتمال یک درصد معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف ۱۵۰ mg N/kg از منبع اوره ارتفاع گندم افزایش یافت که با نتایج احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت داشت. بیشترین ارتفاع گیاه با مصرف ۳۰۰ mg N/kg از منبع سولفات آمونیم و کمترین آن با مصرف ۱۵۰ mg N/kg از منبع نیترات آمونیم به‌دست آمد. افزایش ارتفاع گیاه با مصرف سولفات آمونیم در سطح ۳۰۰ mg N/kg را می‌توان به افزایش فراهمی عناصر غذایی بر اثر اسیدی شدن خاک نسبت داد. فرآیند جذب آمونیم با آزادسازی یک پروتون توسط ریشه همراه است. همچنین بر اثر فرآیند نیترات‌سازی و تبدیل آمونیم به نیترات در خاک اسید تولید می‌شود. با توجه به pH قلیایی خاک این اسدی شدن قابلیت جذب عناصر غذایی مختلف از جمله روی را افزایش داده و در نتیجه ارتفاع گیاه نیز نیاز می‌شود. نیتروژن با اثر بر واکنش‌های بیوشیمیایی، شدت فتوسنتز، سبب افزایش دوره رویشی گیاه و تجمع ماده خشک بیشتر در شاخساره گیاه می‌شود (مارشنر، ۱۹۹۵). با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm۳ ارتفاع گندم به‌طور معناداری کاهش یافت (جدول ۱).

شاخص کلروفیل برگ: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنها بر شاخص کلروفیل برگ گندم در سطح احتمال یک درصد معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف هر سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم شاخص کلروفیل برگ را به‌طور معناداری افزایش داد. بیشترین شاخص کلروفیل برگ گندم با مصرف ۳۰۰ mg N/kg از منبع سولفات آمونیم و ۱۵۰ mg N/kg از منبع اوره و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) به‌دست آمد. افزایش شاخص کلروفیل برگ گندم با مصرف کود اوره توسط احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش شده است. با توجه نقش نیتروژن در ساختمان

کلروفیل این نتیجه دور از انتظار نیست. با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm^3 شاخص کلروفیل برگ گندم به‌طور معناداری کاهش یافت (جدول ۱).

تعداد پنجه در بوته: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنها بر تعداد پنجه در بوته گندم در سطح احتمال یک درصد معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف هر سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم تعداد پنجه در بوته گندم به‌طور معناداری افزایش یافت. بیشترین تعداد پنجه در بوته گندم با مصرف ۱۵۰ mg N/kg از منبع اوره و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) به‌دست آمد. افزایش تعداد پنجه در بوته گندم با مصرف کود اوره در شرایط مزرعه‌ای به‌وسیله احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش شده است. همچنین با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm^3 تعداد پنجه در بوته گندم به‌طور معناداری کاهش یافت (جدول ۲).

تعداد سنبلچه در هر خوشه: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر تعداد سنبلچه در هر خوشه گندم معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف هر سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم تعداد پنجه در بوته گندم به‌طور معناداری افزایش یافت. بیشترین تعداد سنبلچه در هر خوشه گندم با مصرف ۳۰۰ mg N/kg از منبع نیترات آمونیم و ۳۰۰ mg N/kg از منبع اوره و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) به‌دست آمد. با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm^{3}تعداد سنبلچه در هر خوشه گندم به‌طور معناداری کاهش یافت (جدول ۲).

وزن خوشه: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر وزن خوشه گندم معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که وزن خوشه گندم با مصرف ۱۵۰ mg N/kg از منبع اوره و سولفات آمونیم نسبت به شاهد به‌طور معناداری افزایش و با مصرف ۳۰۰ mg N/kg از منبع اوره کاهش یافت. سایر سطوح نیتروژن بر وزن خوشه اثر معنی‌داری نداشتند. افزایش عملکرد دانه گندم با مصرف کود اوره در شرایط مزرعه‌ای به‌وسیله احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش شده است. بیشترین وزن خوشه گندم با مصرف ۱۵۰ mg N/kg از دو کود سولفات آمونیم و اوره و کمترین آن با مصرف ۳۰۰ mg N/kg اوره به‌دست آمد. با افزایش سطح فشردگی خاک وزن خوشه گندم به‌طور معناداری کاهش یافت (جدول ۲).

طول خوشه: تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی منبع و مقدار نیتروژن و اثر متقابل بین نیتروژن و فشردگی خاک بر طول خوشه گندم در سطح احتمال یک درصد معنادار و اثر اصلی فشردگی خاک غیرمعنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف هر سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم طول خوشه گندم به‌طور معناداری افزایش یافت. بیشترین طول خوشه گندم با مصرف ۳۰۰ mg N/kg از منبع دو کود اوره و سولفات آمونیم و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) به‌دست آمد. بین دو سطح فشردگی خاک از نظر طول خوشه گندم تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول ۲).

قطر ساقه در محل طوقه: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد و اثر اصلی فشردگی خاک و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر قطر ساقه گندم معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف ۳۰۰ mg N/kg از منبع سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم قطر ساقه گندم به‌طور معناداری افزایش یافت. بیشترین قطر ساقه گندم با مصرف ۳۰۰ mg N/kg از منبع سولفات آمونیم و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) مشاهده شد. با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm^3 قطر ساقه گندم به‌طور معناداری کاهش یافت (جدول ۲). بایهان و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که قطر ساقه آفتابگردان در تیمارهایی که خاک آن به‌وسیله عبور و مرور چرخ‌های تراکتور فشرده شده بود، نسبت به تیمار شاهد (غیرفشرده) کاهش یافت.

جدول ۲ - مقایسه میانگین‌های تعداد پنجه در بوته، تعداد سنبلچه در هر خوشه، وزن خوشه، طول خوشه و قطر ساقه گندم برای اثر اصلی فشردگی خاک و کود نیتروژن

عامل	سطوح	تعداد پنجه در بوته	تعداد سنبلچه در هر خوشه	وزن خوشه (g/pot)	طول خوشه (cm)	قطر ساقه
منبع و مقدار کود نیتروژن	شاهد	c۹/۲	c۹۵/۱۵	cd۵۳/۱۵	c۰۶/۸	c۴۵/۲
	اوره ۱۵۰ (mg N/kg)	a۵۵/۳	b۸۸/۱۷	ab۴۸/۱۷	b۷۹/۸	abc ۵۸/۲
	اوره ۳۰۰ (mg N/kg)	b۲۵/۳	a۱/۱۹	e۶۷/۱۲	a۵۸/۹	ab۶۲/۲
	نیترات آمونیم (mg N/kg ۱۵۰)	b۳/۳	b۸۸/۱۷	d۹۹/۱۴	b۷۴/۸	abc۵۶/۲
	نیترات آمونیم (mg N/kg ۳۰۰)	ab۴/۳	a۵/۱۹	cd۸۸/۱۵	b۷۲/۸	a۶۴/۲
	سولفات آمونیم mg (N/kg)۱۵۰	ab۳۵/۳	ab۶۳/۱۸	a۵۹/۱۸	c۷۳/۷	bc۵/۲
	سولفات آمونیم mg (N/kg)۳۰۰	b۱۹/۳	ab۵۷/۱۸	bc۵۸/۱۶	a۴/۹	a۶۷/۲
چگالی ظاهری (	۲/۱	a۶۲/۳	a۹۱/۱۸	a۰/۱۷	a۸۴/۸	a۷/۲

b۴۴/۲	a۶/۸	b۹۲/۱۴	b۵۲/۱۷	b۹۳/۲	۷/۱	(g/cm^3

چن و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که غلظت نیتروژن گیاه در تولید هورمون سیتوکنین مؤثر است. با توجه به نقش این هورمون در رشد و توسعه سلولی، به‌نظر می‌رسد بخشی از افزایش شاخص‌های رشد گیاه گندم می‌تواند مربوط به این نقش نیتروژن باشد. خلیلیان (۱۹۹۱) گزارش کرد که تهویه ضعیف خاک‌های فشرده، معدنی شدن ماده آلی را کاهش داده و باعث کاهش معدنی‌شدن نیتروژن، فسفر و عناصر دیگر و در نتیجه جذب آن‌ها به‌وسیله گیاه می‌شود؛ در نتیجه رشد گیاه کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، کاهش رشد ریشه و سطح آن در خاک فشرده، حجم خاک اشغال شده به‌وسیله ریشه را کاهش داده و باعث کاهش جذب آب و مواد غذایی و در نتیجه باعث کاهش رشد گیاه می‌شود (آکانی و اوجنی، ۲۰۰۷). فشردگی خاک ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر داده و باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز، اوره‌آز، آمیداز و دهیدروژناز می‌شود (تان و همکاران، ۲۰۰۸) که ممکن است بر فراهمی عناصر غذایی برای گیاهان اثر داشته باشد. به‌نظر می‌رسد فشردگی خاک باعث کاهش پراکنش ریشه، کاهش آب قابل دسترس و کمبود تهویه خاک شده و در نتیجه، باعث کاهش جذب آب به‌وسیله گیاه شده و از این طریق نیز بر رشد گیاه اثر می‌گذارد. به‌نظر می‌رسد که تغییر در پتانسیل آب برگ گیاهانی که به‌مدت طولانی در یک خاک با فشردگی متوسط تا شدید رشد کرده‌اند، شبیه گیاهانی است که در معرض تنش خشکی خاک قرار گرفته‌اند (گرزیاک، ۲۰۰۹).

با توجه به اینکه بافت خاک مورد مطالعه درشت (شن لومی) بود، پیشنهاد می‌شود این پژوهش در یک خاک سنگین بافت مانند رسی نیز اجرا شود چون تهویه و نفوذپذیری خاک رسی بیشتر از خاک شنی تحت تأثیر فشردگی قرار می‌گیرد و ممکن است نتایج جدیدی متفاوت از خاک شنی به دست آید. به‌طور کلی، برای بهبود رشد و عملکرد گیاه گندم، مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع اوره یا سولفات آمونیم در کیلوگرم خاک در شرایط فشرده و غیرفشرده مشابه این پژوهش می‌تواند توصیه شود.

منابع

احمدی‌نژاد ر.، نجفی ن.، علی‌اصغرزاد ن. و اوستان ش. ۱۳۹۲. اثر کودهای آلی و نیتروژن بر کارایی مصرف آب، عملکرد و ویژگی‌های رشد گندم (رقم الوند). نشریه دانش آب و خاک (دانش کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه‌های ۱۷۷ تا ۱۹۷.

Akanni D.I. and Ojeniyi S.O. ۲۰۰۷. Effect of different levels of poultry manure on soil physical properties, nutrients status, growth and yield of tomato (Lycopersicon esculentum L.). Research Journal of Agronomy, ۱(۱): ۱-۴.

Bayhan Y., Kayisoglu B. and Gonulol E. ۲۰۰۲. Effect of soil compaction on sunflower growth. Soil and Tillage Research, ۶۸: ۳۱-۳۸.

Chen J.G., Cheng S.H., Cao W.X. and Zhou X. ۱۹۹۸. Involvement of endogenous plant hormones in the effect of mixed nitrogen source on growth and tillering of wheat. Journal of Plant Nutrition, ۲۱: ۸۷-۹۷.

Grzesiak M.T. ۲۰۰۹. Impact of soil compaction on root architecture, leaf water status, gas exchange and growth of maize and triticale seedlings. Plant Root, ۳: ۱۰-۱۶.

Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L. and Nelson W.L. ۱۹۹۹. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management. ۶th ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.

Khalilian A., Hood C.E., Palmer J.H., Garner T.H. and Bathke G.R. ۱۹۹۱. Soil compaction and crop response to wheat/soybean inter seeding. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, ۳۴: ۲۲۹۹-۲۳۰۳.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, New York. ۸۹۰ Pages.

Moullart, J. ۱۹۹۸. Factors influencing soil and subsoil compaction and impact of compaction on yield of different plants. Pp. ۱۴۵-۱۵۴. In: Proceedings of the First Workshop of the Concerted Action on Subsoil Compaction. , May ۲۸-۳۰, DLO-Staring Centre, Wageningen, The Netherlands.

Tan X., Chang S. and Kabzems R. ۲۰۰۸. Soil compaction and forest floor removal reduced microbial biomass and enzyme activities in a boreal aspen forest soil. Biology and Fertility of Soils, ۴۴: ۴۷۱-۴۷۹.

Abstract

This study was carried out as a factorial experiment in a randomized complete blocks design with three replications and factors of the source and amount of nitrogen fertilizer at seven levels (urea, ammonium nitrate and ammonium sulfate and each of fertilizer at three levels of ۰, ۱۵۰ and ۳۰۰ mg/kg soil) and the soil compaction at two levels (bulk density of ۱.۲ and ۱.۷ g/cm۳). To perform this experiment, ۱۰ kg of dry soil was poured into special PVC pots and then wheat seeds cv. Alvand were cultivated. The results showed that the leaf chlorophyll index, shoot dry weight, plant height, stem diameter, spike weight, number of spikelet in spike and number of tillers

per plant were significantly decreased by increasing level from ۱.۲ to ۱.۷ g/cm۳. The effect of nitrogen fertilizer on growth characteristics was dependent on the source and amount of nitrogen fertilizer and soil compaction level. However, at two levels of soil compaction, the leaf chlorophyll index, shoot dry weight, stem diameter, spike length, number of spikelet in spike and number of tillers per plant were significantly increased by application of urea, ammonium nitrate and ammonium sulfate as compared with control. In general, in order to improving wheat growth and yield, application of ۱۵۰ mg N/kg soil from urea or ammonium sulfate fertilizers can be recommended at similar compacted and non-compacted conditions.