

## تغییرات کیفیت بذر ذرت (هیبرید KSC 704) در تیمارهای مختلف کود، زغال زیستی و قارچ تریکودرما در گیاه مادری

مهدی احمدیوسفی<sup>۱</sup>، بهنام کامکار<sup>۲\*</sup> و جاوید قرخلو<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳. دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۰۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۲)

### چکیده

این آزمایش جهت بررسی تغییرات کیفیت بذر در تیمارهای مختلف کود، زغال زیستی و قارچ تریکودرما روی گیاه مادری به اسپلیت پلات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه نمونه شهرستان جیرفت در سال ۱۳۹۵ اجراء شد. چهار سطح کود (NPK) به ترتیب شاهد بدون کود، ۳۰ درصد، ۷۰ درصد و ۱۰۰ درصد توصیه کودی منطقه) به عنوان فاکتور اصلی و دو سطح استفاده و عدم استفاده از زغال زیستی و سه سطح قارچ تریکودرما؛ به ترتیب شاهد بدون قارچ، (*Trichoderma atroviride*) و (*Trichodema harzianum*) به عنوان فاکتورهای فرعی در نظر گرفته شدند. جهت بررسی کیفیت بذرها ذرت (هیبرید KSC.704) تولید شده روی بوته‌های مادری، آزمون‌های جوانه‌زنی استاندارد، سرما و پیری تسریع شده و محاسبه سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از زغال زیستی، گونه تریکودرما و سطوح مختلف کودی بر درصد گیاهچه عادی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه در آزمون‌های جوانه‌زنی استاندارد، سرما و پیری تسریع شده اثر معنی‌داری داشتند و حداکثر کیفیت بذر بر اساس آزمون‌های جوانه‌زنی استاندارد، سرما و پیری تسریع شده، تحت شرایط زغال زیستی، قارچ (*T harzianum*) و سطح کودی ۷۰ درصد حاصل شد. با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون جوانه‌زنی استاندارد و آزمون‌های ارزیابی بینه بذر (آزمون سرما و آزمون پیری تسریع شده)، استفاده از زغال زیستی، سطوح کودی مختلف و نوع قارچ باعث افزایش کیفیت و مرغوبیت بذور تولید شده روی بوته مادری نسبت به شرایط شاهد شد.

کلمات کلیدی: جوانه‌زنی، گیاهچه عادی و قدرت بذر

## Changes in seed quality of maize (KSC.704 hybrid) on the mother plant in different fertilizer, biochar and *Trichoderma* fungus treatments

M. Ahmadyousefi<sup>1</sup>, B. Kamkar<sup>2\*</sup>, J. Gherekhloo<sup>3</sup>

1. Ph.D student, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

2. Associate Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

3. Associate Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

(Received: May. 30, 2017 – Accepted: Oct. 04, 2017)

### Abstract

This experiment was conducted as split – plot factorial based on randomized complete block design with three replications to determine the changes in maize's seed quality on the parent plant at Jiroft's Nemooneh Field in 1395. The main factor was four levels of fertilizers (NPK) respectively representing the control, 30%, 70%, and 100% of recommended value) and biochar (respectively representing no biochar and biochar application), and two strains of *Trichoderma* (respectively representing *Trichoderma atroviride* and *Trichodema harzianum*) were assigned to sub plot. To assess the quality of maize seed (SC.704 hybrid) produced on the parent plant, seed vigor tests (cold test and accelerated ageing test) and germination test (normal seedling percentage, germination rate, seedling length and weight) were performed. The results showed that utilization of biochar, *Trichoderma* strains and fertilizer levels significantly affected normal seedling percentage, germination rate, and seedling length dry weight in standard germination, cold and accelerated ageing tests. The highest seed quality based on standard germination, cold and accelerated ageing tests was obtained via application of biochar, fungi *Trichoderma (Trichodema harzianum)* and 70% of the amount of fertilizer recommended for the region. According to the results obtained from standard germination and seed vigor tests (cold and accelerated ageing tests), using biochar, different fertilizer levels and fungus type leads to enhanced quality of seeds produced on maternal plant in comparison to control.

**Keywords:** Biochar, Line, Test

\* Email: behnam.kamkar@gmail.com

طول چندین سال مشاهده شد (Blackwell et al., 2010). برخی از پژوهشگران اثر برجسته‌تر زغال زیستی در خاک‌های فقیر را نسبت به خاک‌های حاصلخیز گزارش کردند. اخیراً، زغال زیستی در خاک‌های مناطق معتدل و با حاصلخیزی بالاتر به کار گرفته شده و سبب بهبود نسبی (حدود ۲۰-۴ درصد)، در تولید زیست‌توده شده است (Laird et al., 2010). زغال زیستی هنگامی که در خاک شنی استفاده شود، ظرفیت نگهداری آب خاک را بهبود می‌بخشد (Briggs et al., 2005).

گونه‌های تریکودرما نیز از جمله ریزجانداران مفید تجمع‌کننده در اطراف ریشه هستند که رشد و باردهی گیاه را افزایش می‌دهند. بیشتر این گونه‌ها سبب القای مقاومت در گیاه می‌شوند. فعال‌شدن سیستم دفاعی گیاه ممکن است انرژی‌بر باشد و گیاه را به جذب مواد غذایی بیشتری وادار کند. به هر حال بسیاری از باکتری‌ها و قارچ‌های القاء‌کننده مقاومت باعث افزایش رشد ریشه و قسمت‌های هوایی گیاه می‌شوند (Lal, 2011). قارچ تریکودرما از طریق سازوکارهای خاصی مانند ترشح آنزیم (مثل زیلاناز و سلولاز که می‌توانند به طور مستقیم تولید اتیلن در گیاه را به منظور واکنش دفاعی در حضور عامل بیماری‌زا تحریک نمایند)، تولید آنتی‌بیوتیک، نفوذ به باکتری‌ها و قارچ‌های بیماری‌زا، دفع مسمومیت، افزایش انتقال قند و اسیدهای آمینه در ریشه گیاهان موجب ایجاد مقاومت القائی در برابر تنش و کنترل زیستی بیماری‌های خاکزی می‌شوند (Lehmann, 2007). آزمایش‌ها نشان داده که گیاهانی که از بذرهای تیمار شده با تریکودرما T<sub>22</sub> و در شرایط ۴۰ درصد کاهش نیتروژن کشت شده بودند نسبت به گیاهانی که با T<sub>22</sub> تیمار نشده و در شرایط مشابه کشت شده بودند جوانه‌زنی بیشتری داشتند (Harman, 2010). این مطالعه به بررسی تغییرات کیفیت بذر ذرت (هیبرید KSC.704) و تعیین بهترین ترکیب سطح کودی، زغال زیستی و تریکودرما برای کاشت ذرت، به منظور تولید بذری با کیفیت و سالم‌تر و توصیه آن به کشاورزان انجام شد.

## مقدمه

ذرت بعد از گندم مهم‌ترین غله دنیا است که به عنوان غذای انسان، دام و همچنین مواد اولیه تولید نشاسته، روغن، پروتئین، تهیه الکل و غیره کاربرد دارد (Ghassemi- Golezani and Mazloomi- Oskooyi, 2008). یکی اهداف مهم در برنامه‌های تولید بذر، بدست آوردن بذری با کیفیت عالی به عنوان اصلی‌ترین نهاده کم‌هزینه در کشت موفقیت‌آمیز گیاهان می‌باشد و در این راستا از آزمون جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاه به عنوان یک شاخص کیفی در ارزیابی بذرها و گیاهچه‌های حاصل از آن استفاده می‌شود (Major et al., 2009).

افزودن مواد آلی به خاک می‌تواند با افزایش پایداری خاکدانه و افزایش خاک در نگهداشت رطوبت باعث کاهش مقاومت مکانیکی خاک و افزایش سرعت انتشار عناصر غذایی شود (Amini and Naeini, 2012). زغال زیستی محصولی غنی از کربن است که با استفاده از زیست‌توده‌هایی مانند چوب، کود برگ، لجن فاضلاب و غیره در یک محفظه بسته با کمی هوا و یا بدون در دسترس بودن هوا به دست می‌آید (Major et al., 2009). کریشنامورتی و همکاران (Krishnamurti et al., 1999) بیان کردند که زغال زیستی از طریق جذب و آزادسازی عناصر از خاک یکی از مهم‌ترین فرآیندهای تاثیرگذار در خاک است و قابلیت دسترسی و پتانسیل سمیت آن‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. زغال زیستی یک ماده آلی دارای سطح ویژه زیاد، بسیار متخلخل و با بار متغیر است و هنگامی که به خاک اضافه شود، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، ظرفیت جذب سطحی و اشباع بازی را به همراه دارد (Rondon et al., 2007). در خاک‌های غرقاب تحت کشت برنج در چین، زغال زیستی سبز شدن گیاه در مزرعه را تا ۱۴ درصد بهبود داد (Zhang et al., 2010). اثرات مثبت بلند مدت کاربرد زغال زیستی در چند مطالعه در

## مواد و روش‌ها

گندم با ۱۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر داخل ظرف شیشه‌ای ریخته شد و دو روز متوالی اتوکلاو گردید و کلامیدوسپورو قطعات هیف رشد یافته به مدت یک هفته در روی شیکر دوار با دور ۱۲۰ rpm در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در محیط کشت بدون آگار (ارلن یک لیتری حاوی ۵۰۰ میلی‌لیتر محیط کشت بدون آگار و ۵ میکروگرم در میلی‌لیتر استرپتومایسن) قرار گرفتند، سپس به ظروف حاوی سیوس اضافه شده و به مدت ده روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در داخل ژرminatور (۱۲ ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی) نگهداری شدند و پس از پودر کردن، از مواد حاصل برای تلقیح بذور استفاده شد.

برای آماده‌سازی زمین ابتدا زمین شخم نیمه عمیق خورده و سپس در دو جهت عمود بر هم دو بار دیسک زده شد تا سطح مزرعه یکنواخت شود. مقدار مناسبی خاک از افق سطحی (۰-۳۰ سانتی‌متر) خاک مزرعه نمونه جیرفت برداشته شد. برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک (جدول ۱) به روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد (Neumann and Laing, 2009).

این آزمایش جهت بررسی تغییرات کیفیت بذر ذرت (هیبرید KSC 704) در شرایط مختلف استفاده از کود، زغال زیستی و دو نوع قارچ تریکودرما در گیاه مادری به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه نمونه شهرستان جیرفت به مختصات جغرافیایی ۵۷ درجه و ۵۲ دقیقه و ۲۹ ثانیه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۲۷ دقیقه و ۵۰ ثانیه عرض شمالی در سال ۱۳۹۵ اجراء گردید. چهار سطح کودی (به ترتیب شاهد بدون کود، ۳۰ درصد، ۷۰ درصد و ۱۰۰ درصد توصیه کودی منطقه) به عنوان فاکتور اصلی و دو سطح استفاده و عدم استفاده از زغال زیستی و سه سطح قارچ تریکودرما؛ (به ترتیب شاهد بدون قارچ، *Trichoderma atroviride* و *Trichoderma harzianum*) به عنوان فاکتورهای فرعی در نظر گرفته شدند. به منظور تهیه قارچ تریکودرما در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۷۰ گرم سیوس

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- physical and chemical characteristics of the soil in experimental site

عمق (سانتی‌متر) soil depth (cm)	درصد رطوبت اشباع Saturation Humidity (%)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام) Available potassium (ppm)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام) Available phosphorous (ppm)	نیترژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds.m <sup>-1</sup> )	اسیدیته pH	بافت خاک Texture
0 - 30	44	210	7	0.04	0.8	0.21	7.21	Sandy loam

۵۰۰ درجه سلسیوس (دمای نهایی) رسید. سپس نمونه‌ها به مدت چهار ساعت در این دما نگهداری شدند. زغال زیستی پس از خروج از کوره در دمای اتاق به تدریج سرد شد و قبل از استفاده از الک ۰/۵ میلی‌متری عبور داده شدند (Laird et al., 2010). برخی از ویژگی‌های شیمیایی زغال زیستی تولیدی توسط روش‌های استاندارد

به منظور تهیه زغال زیستی، مواد آلی (کاه و کلش عدس) خرد شده و در یک کوره الکتریکی در شرایط اکسیژن محدود و در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس حرارت داده شد. دمای گرماکافت به صورت تدریجی بالا برده شد، به طوری که از دمای اتاق شروع شد و در هر دقیقه پنج درجه سلسیوس دمای کوره افزایش یافت تا به دمای

مولار با اسیدیته ۷ اندازه گیری شد (Rondon *et al.*, 2007). جهت تعیین غلظت عنصر فسفر، از عصاره حاصل از روش خشک سوزانی و حل خاکستر در اسید کلریدریک استفاده شد (Blackwell *et al.*, 2010). در عصاره حاصل، غلظت فسفر توسط دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج ۴۸۰ نانومتر تعیین شد. به منظور شناسایی گروه‌های عاملی سطحی زغال زیستی از دستگاه اسپکتروسکوپ FTIR (Shimadzu DR-8001) استفاده شد.

آزمایشگاهی اندازه گیری شدند (جدول ۲) اسیدیته با استفاده از سوسپانسیون ۲۰:۱ زغال زیستی به آب مقطر، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره ۱۰:۱ زغال زیستی به آب مقطر (Major *et al.*, 2009) و درصد کربن، هیدروژن و نیتروژن توسط دستگاه CHN Analyzer (Thermo Finigan Flash 1112 Series) اندازه گیری شد. ظرفیت تبادل کاتیونی نیز از طریق روش مجموع کاتیون‌های بازی با استفاده از عصاره گیر استات آمونیوم ۱

جدول ۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی زغال زیستی.

Table 2-Results physical and chemical of the biochar.

درصد رطوبت اشباع Saturation moisture content (%)	پتاسیم قابل جذب (پی‌بی‌ام) Available potassium (ppm)	فسفر قابل جذب (پی‌بی‌ام) Available phosphorous (ppm)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds.m <sup>-1</sup> )	اسیدیته pH	سطح ویژه (متر مربع بر گرم) Specific surface area (m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )
62	18900	-	0.30	58.2	0.74	8.65	47

شدند. بلال‌ها زمانی که به رسیدگی فیزیولوژیکی رسیدند، برداشت شدند و با توجه به شرایط اقلیمی منطقه به مدت یک هفته در هوای آزاد خشک شدند. جهت بررسی کیفیت بذرهای تولید شده در شرایط مختلف اعمال شده بر روی بوته‌های مادری آزمایش‌هایی از قبیل آزمون جوانه‌زنی استاندارد و آزمون‌های تعیین قدرت (آزمون سرما و آزمون پیری تسریع‌شده) بذر در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به شرح زیر انجام شد:

آزمون جوانه‌زنی استاندارد. براساس روش انجمن بین‌المللی بذر (ISTA, 2008) ۴۰۰ عدد بذر در چهار تکرار ۱۰۰ تایی درون ظروف پلاستیکی مخصوص دو لایه کاغذ صافی در زیر و یک لایه کاغذ بر روی بذرهای قرار داده شد (ISTA, 2008). ظرف‌های کشت شده به مدت هفت روز در تاریکی و در دمای ۲۵ درجه

در هر هکتار به میزان ده تن زغال زیستی با خاک مخلوط شد (Husk and Major, 2011). بذرهای لاین‌های موردنظر از موسسه نهال و بذر کرج تهیه شد و کشت والد مادری نرعیتم (لاین اینبرد B73) و لاین پدری (لاین اینبرد Mo17) طبق دستورالعمل تولید بذر هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ انجام شد. هر کرت شامل ۱۲ ردیف پنج متری والد مادری و شش ردیف والد پدری بین خطوط مادری با الگوی کشت بصورت چهار ردیف والد مادری و دو ردیف والد پدری بود. فواصل ردیف ۷۵ سانتی‌متر و فواصل بوته ۱۸ سانتی‌متر بود.

آبیاری به صورت قطره‌ای مطابق با شرایط آب‌وهوایی هر سه روز یکبار صورت گرفت. در مرحله ۱۰-۱۲ برگی و قبل از ظهور تاسل، بوته‌های خارج از تیپ (ارتفاع بیشتر، ساقه ضخیم‌تر، برگ عریض‌تر و رشد بیشتر) حذف شدند. بعد از اتمام کامل گرده‌افشانی خطوط پدری حذف

آزمون پیری تسریع شده. برای جلوگیری از آلودگی قارچی، قبل از هر آزمایش جعبه‌های پلاستیکی و الک‌ها با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم ۱۵ درصد به خوبی شسته شده و خشک شد. مقدار ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر وارد هر جعبه پلاستیکی نموده یک الک خشک طوری روی آن قرار داده شد که آب روی صفحه مشبک آن پاشیده نشود. از هر دسته از بذور سه تکرار ۵۰ بذری به صورت تصادفی انتخاب شدند و به صورت یک لایه روی صفحه الک قرار داده شد تا به صورت یکنواخت آب جذب کنند. سپس درپوش جعبه پلاستیکی روی آن گذاشته شد. سپس به مدت سه روز در شرایط رطوبتی ۹۵ درصد و ۴۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (Hampton and Tekrony, 1995) پس از آن بلافاصله به منظور اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی به داخل ژرمیناتور منتقل شدند. با شمارش روزانه بذرهای جوانه‌زده، درصد گیاهچه عادی، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه، آزمون جوانه‌زنی استاندارد براساس روش انجمن بین‌المللی بذر (ISTA, 2008) صورت گرفت. برای کلیه مقایسات آماری از نرم‌افزار SAS، رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD، این نرم‌افزار در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی، تریکودرما و زغال زیستی بر کیفیت بذر به تفکیک آزمون‌های آزمایشگاهی انجام گرفته در زیر آمده است.

### آزمون جوانه‌زنی استاندارد

درصد گیاهچه عادی. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر ساده تیمار سطح کودی، تیمار قارچ و تیمار زغال زیستی بر درصد گیاهچه عادی و طی آزمون جوانه‌زنی استاندارد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) کمترین

سانتی‌گراد درون ژرمیناتور نگهداری شدند و شمارش بذرها جوانه‌زده برای برآورد درصد گیاهچه عادی پس از انتقال ظرف‌ها به درون ژرمیناتور شروع شد (ISTA, 2008). برای تعیین وزن خشک گیاهچه از هر تکرار ۱۰ گیاهچه عادی (دارای ریشه اولیه و ساقه اولیه باشد) (Maguire, 1962) به صورت تصادفی انتخاب و سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آن قرار داده شد و وزن خشک گیاهچه با استفاده از ترازوی دقیق با دقت  $\pm 0.001$  گرم اندازه‌گیری شد. طول گیاهچه (ساقه اولیه و ریشه اولیه) با خط کشی با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد. با استفاده از داده‌های شمارش روزانه بذرهای جوانه‌زده، شاخص‌های درصد گیاهچه عادی و سرعت جوانه‌زنی با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید (Maguire, 1962).

رابطه (۱) = سرعت جوانه‌زنی

$$\frac{\text{تعداد گیاهچه‌های عادی}}{\text{تعداد روز تا اولین شمارش}} + \dots + \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های عادی}}{\text{تعداد روز تا آخرین شمارش}}$$

رابطه (۲) = درصد گیاهچه عادی

$$\frac{\text{تعداد گیاهچه‌های عادی تا روز آخر}}{\text{تعداد کل بذرها}} \times 100$$

### آزمون‌های ارزیابی بنیه بذر

آزمون سرما. در این آزمون، هر ۲۵ عدد بذر به صورت ساندویچی کشت شد و در ظرف‌های پلاستیکی مخصوص درون نایلون قرار گرفتند تا رطوبت خود را تا پایان دوره آزمایش حفظ کنند. ظرف‌ها به مدت پنج روز در دمای پنج درجه سانتی‌گراد و دو روز در دمای هشت درجه سانتی‌گراد در تاریکی قرار داده شدند (Hampton and Tekrony, 1995). در پایان دوره مانند آزمون جوانه‌زنی استاندارد براساس روش انجمن بین‌المللی بذر (ISTA, 2008) با استفاده از داده‌های شمارش روزانه بذرهای جوانه‌زده، سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه عادی، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه، اندازه‌گیری شد.

(۲۰/۴۷ سانتی متر) به ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد (بدون کود) و به تیمار ۱۰۰ درصد سطح کودی بود. سرعت جوانه زنی. براساس نتایج تجزیه واریانس آزمون جوانه زنی استاندارد (جدول ۳) اثر متقابل کود در زغال زیستی و اثر متقابل زغال زیستی در قارچ بر سرعت جوانه زنی معنی دار بودند. با توجه به جدول ۵ بیشترین سرعت جوانه زنی (۲۷/۵ در روز) و کمترین سرعت جوانه زنی (۲۵/۳ در روز) به ترتیب به تیمار اثر متقابل ۱۰۰ درصد سطح کودی در قارچ (*Trichodema harzianum*) به تیمار شاهد (بدون کود و بدون قارچ) تعلق گرفت.

درصد گیاهچه عادی (۷۹ درصد) مربوط به تیمارهای شاهد (بدون کود) و بیشترین درصد گیاهچه عادی (۸۹ درصد) مربوط به تیمار استفاده از زغال زیستی بود. طول گیاهچه. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر ساده تیمار سطح کودی، تیمار قارچ و تیمار زغال زیستی بر طول گیاهچه طی آزمون جوانه زنی استاندارد در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. با توجه به جدول (۵) در هر سه اثر ساده تیمار سطح کودی، تیمار نوع قارچ و تیمار زغال زیستی، بیشترین طول گیاهچه (۲۸/۹۰ سانتی متر) و کمترین طول گیاهچه

جدول ۳- تجزیه واریانس دادهای مربوط به تاثیر تیمارهای مورد مطالعه در خصوص آزمون جوانه زنی استاندارد

Table 3- Analysis of variance for the data related to the effect of studied treatments associated with standard germination test

میانگین مربعات (Sum squares)					
منابع تغییرات S.O.V	df	طول گیاهچه Seedling length (cm)	سرعت جوانه زنی (تعداد بر روز) Germination rate (1/day)	درصد گیاهچه عادی Normal seedling percentage	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (gt)
تکرار	2	22.32	0.11	8.03	0.001
کود Fertilizer	3	297.77**	2.23**	368.37**	0.70**
خطا Error	6	19.06	0.45	23.46	0.13
قارچ Fungi	2	97.40**	1.99**	152.47**	0.32**
زغال زیستی Biochar	1	391.53**	16.15**	1357.20**	0.66**
کود * قارچ Fertilizer * Fungi	6	3.90 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	27.29 <sup>ns</sup>	0.02**
کود * زغال زیستی Fertilizer * Biochar	3	2.26 <sup>ns</sup>	0.65**	20.78 <sup>ns</sup>	0.018**
زغال زیستی * قارچ Biochar * Fungi	2	6.38 <sup>ns</sup>	0.48*	8.14 <sup>ns</sup>	0.008 <sup>ns</sup>
کود * زغال زیستی * قارچ Fertilizer * Biochar * Fungi	6	5.23 <sup>ns</sup>	0.062 <sup>ns</sup>	3.19 <sup>ns</sup>	0.015**
خطا Error	6	7.06	0.095	12.47	0.002
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		10.71	8.21	4.18	7.37

ns, \* و \*\* به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

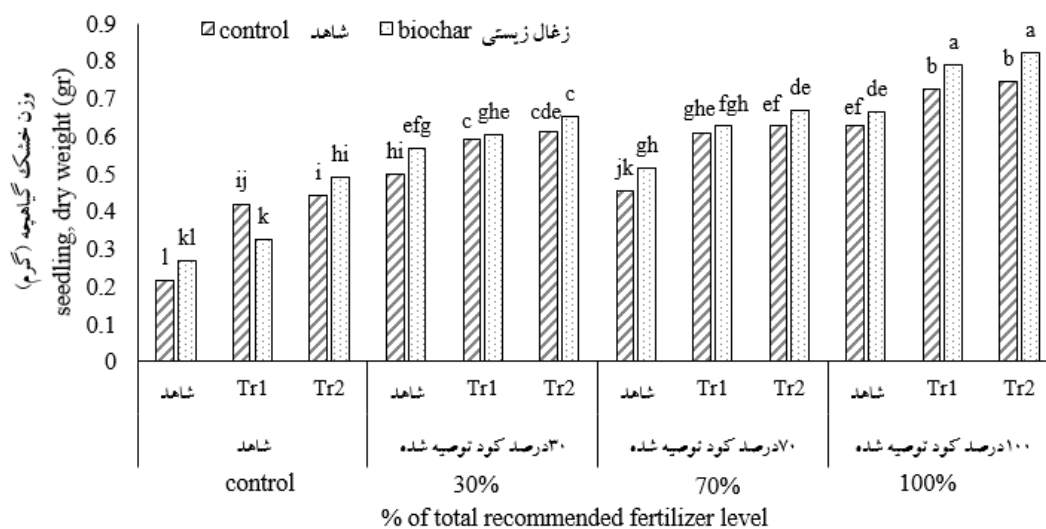
ns, \* and \*\* non-significant and significant at 5 and 1% at probability levels, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای کود، نوع قارچ و زغال زیستی بر صفت درصد گیاهچه عادی

Table 4- mean comparison of simple effect of fertilizer, fungus type and biochar treatments for normal seedling percentage trait

تیمار Treatment	سطح level	آزمون جوانه زنی استاندارد Standard germination test	آزمون سرما Cold test	آزمون پیری تسریع شده Accelerated aging test
کود Fertilizer	شاهد Control	79 <sup>c</sup>	58 <sup>b</sup>	60 <sup>b</sup>
	۳۰٪	83 <sup>b</sup>	60 <sup>b</sup>	62 <sup>b</sup>
	۷۰٪	87 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>
	۱۰۰٪	89 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>	69 <sup>a</sup>
زغال زیستی Biochar	شاهد Control	85 <sup>b</sup>	59 <sup>b</sup>	62 <sup>b</sup>
	زغال زیستی Biochar	89 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>
تریکودرما Trichoderma	شاهد Control	82 <sup>b</sup>	58 <sup>b</sup>	61 <sup>b</sup>
	T. atroviride	86 <sup>a</sup>	61 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>
	T. harzianum	86 <sup>a</sup>	64 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>

در هر سطر بین تیمارهایی که دارای حرف مشابه هستند براساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار در سطح ۰.۵٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد.

In each row, mean followed by similar letters are not significantly different ( $p > 0.05$ ) using LSD test.

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک گیاهچه در آزمون جوانه زنی استاندارد

Fig 1- Mean comparison of triple effects of the experimental treatments on the seedling dry weight in the standard germination test

جدول ۵- حداقل و حداکثر مقادیر مشاهده شده برای هر صفت در آزمون جوانه‌زنی استاندارد

Table 5- Minimum and maximum values observed for each trait in the standard germination test

صفات Attribute	تیمارهای با حداقل و حداکثر پاسخ Treatments with the minimum and maximum responses	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بر روز) Germination rate (1/day)	درصد گیاهچه عادی Normal seedling percentage	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (gr)
تیمار Treatment	حداقل (ترکیبی) Minimum (Combined) مقدار Amount	-	no fertilizer* no fungi 3.25	-	no fertilizer*no biochar fungi no *
	حداکثر (ترکیبی) Maximum (Combined) مقدار Amount	-	100% Fertilizer Fungi Tr <sub>2</sub> * Tr <sub>2</sub> 5.27	-	100% Fertilizer* Biochar Fungi Tr <sub>2</sub> *
اثر تیمار کود Effect of Fertilizer treatment	حداکثر مقدار Maximum Amount	100% Fertilizer 28.90	100% Fertilizer 5.09	100% Fertilizer 88.85	100% Fertilizer 0.64
	حداقل مقدار Minimum Amount	no fertilizer 20.47	no fertilizer 3.25	no fertilizer 78.87	no fertilizer 0.21
اثر تیمار قارچ Effect of Fungi treatment	حداکثر مقدار Maximum Amount	Fungi Tr <sub>2</sub> 26.40	Fungi Tr <sub>2</sub> 3.91	Fungi Tr <sub>2</sub> 86.35	Fungi Tr <sub>2</sub> 0.45
	حداقل مقدار Minimum Amount	no fungi 22.25	no fungi 3.08	no fungi 81.63	no fungi 0.24
اثر تیمار زغال زیستی Effect of biochar treatment	حداکثر مقدار Maximum Amount	Biochar 27.15	Biochar 4.50	Biochar 89.65	Biochar 0.22
	حداقل مقدار Minimum Amount	no biochar 22.48	no biochar 3.35	no biochar 80.61	no biochar 0.21

قارچ نوع دوم (*Trichodema harzianum*) از لحاظ آماری معنی‌داری نبود. همچنین در سطوح کودی ۷۰ درصد و ۱۰۰ درصد توصیه شده منطقه تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد. لهما و همکاران (Lehmann et al., 2009) در آزمایشی که بر روی گندم انجام دادند، گزارش کردند که استفاده از زغال زیستی سبب افزایش وزن خشک گیاهچه شد. ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2010) نیز بیان کردند که کاربرد زغال زیستی از طریق کاهش آبشویی و جذب بهتر عناصر غذایی باعث افزایش وزن خشک گیاهچه، درصد گیاهچه‌های عادی و سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد. هارمان (Harman, 2009)

وزن خشک گیاهچه. با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر متقابل سطح کودی توصیه شده منطقه در نوع قارچ در زغال زیستی بر وزن خشک گیاهچه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱) نشان داد کمترین وزن خشک گیاهچه (۰/۲۱ گرم) به تیمار شاهد (بدون کود، بدون قارچ و بدون استفاده از زغال زیستی) و بیشترین وزن خشک گیاهچه (۰/۸۲ گرم) به اثر متقابل تیمار زغال زیستی و قارچ تریکودرما (*Trichodema harzianum*) در ۱۰۰ درصد سطح کودی منطقه تعلق داشت. وزن خشک گیاهچه با استفاده از زغال زیستی افزایش یافت و استفاده از قارچ باعث افزایش وزن خشک گیاهچه شد ولی بین قارچ نوع اول (*Trichoderma atroviride*) و



به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) در بین سه اثر ساده (سطح کودی، تیمار قارچ و تیمار زغال زیستی)، بیشترین درصد گیاهچه عادی (۶۹ درصد) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد سطح کودی و کمترین درصد گیاهچه عادی (۶۰ درصد) مربوط به تیمار شاهد (بدون کود) بود.

طول گیاهچه. تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۶)، طول گیاهچه به طور معنی داری تحت تاثیر اثر متقابل سطح کودی توصیه شده منطقه در نوع قارچ در زغال زیستی قرار گرفت.

نشان داد گیاهانی که از بذرهای تیمار شده با تریکودرما T<sub>22</sub> و در شرایط ۴۰ درصد کاهش نیتروژن کشت شده بودند نسبت به گیاهانی که با T<sub>22</sub> تیمار نشده اند و در شرایط مشابه کشت شده بودند از سرعت جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه بیشتری برخوردار بودند.

### آزمون پیری تسریع شده

درصد گیاهچه عادی. با توجه به نتایج تجزیه واریانس آزمون پیری تسریع شده (جدول ۶) اثر ساده تیمار سطح کودی، تیمار قارچ و تیمار زغال زیستی بر درصد گیاهچه عادی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. با توجه

جدول ۶- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تاثیر تیمارهای مورد مطالعه در خصوص آزمون پیری تسریع شده

Table 6- Analysis of variance for the data related to the effect of studied treatments regarding accelerated aging test

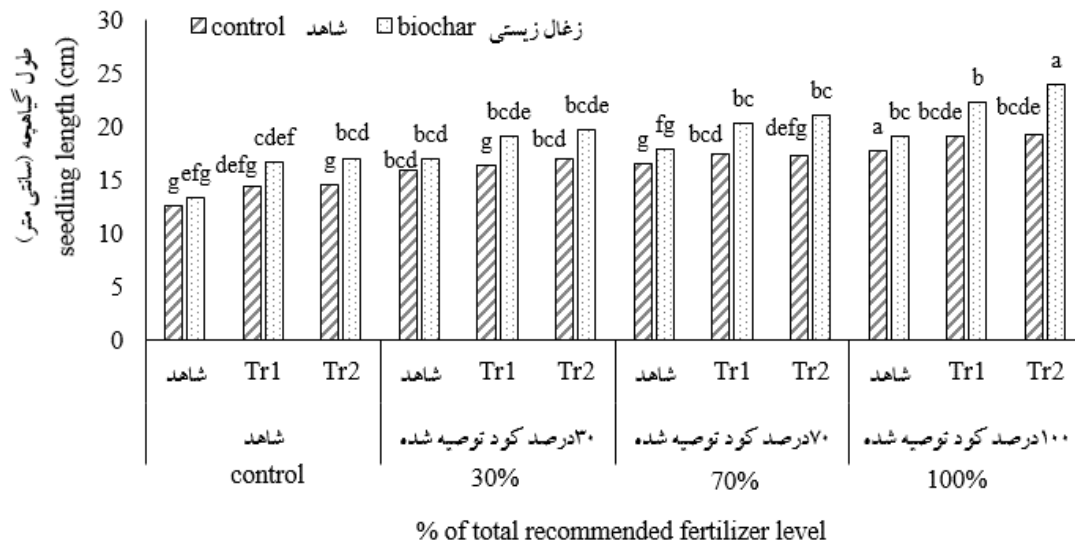
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Sum squares)			
		طول گیاهچه Seedling length (cm)	سرعت جوانه زنی (تعداد بر روز) Germination rate (1/day)	درصد گیاهچه عادی Normal seedling percentage	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (gr)
تکرار	2	0.02	0.60	17.29	0.20
کود Fertilizer	3	0.33**	1.43**	356**	131.027**
خطا Error	6	0.0085	0.523	47.31	9.18
قارچ Fungi	2	0.087**	1.23**	315**	100.44**
زغال زیستی Biochar	1	0.26**	3**	519**	89.78**
کود * قارچ Fertilizer * Fungi	6	0.0022 <sup>ns</sup>	0.21 <sup>ns</sup>	21.6 <sup>ns</sup>	3.71 <sup>ns</sup>
کود * زغال زیستی Fertilizer * Biochar	3	0.012*	0.18 <sup>ns</sup>	40.1 <sup>ns</sup>	14.86**
زغال زیستی * قارچ Biochar * Fungi	2	0.012*	0.096 <sup>ns</sup>	26.53 <sup>ns</sup>	18.51*
کود * زغال زیستی * قارچ Fertilizer * Biochar * Fungi	6	0.0009*	0.315 <sup>ns</sup>	48.7 <sup>ns</sup>	8.31 <sup>ns</sup>
خطا Error	6	0.0034	0.169	28.89	2.43
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		15.6	13.25	8.28	8.84

ns, \* and \*\* non-significant and significant at 5 and 1% at probability levels, respectively.

ns, \* and \*\* non-significant and significant at 5 and 1% at probability levels, respectively.

زیستی در بدون قارچ) مربوط بود. قارچ نوع اول (*Trichoderma atroviride*) و قارچ نوع دوم (*Trichoderma harzianum*) و همچنین ۷۰ درصد و ۱۰۰ درصد سطح کودی توصیه شده منطقه تفاوت معنی دار آماری نداشتند.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین (شکل ۲) بدست آمده حداکثر طول گیاهچه (۲۳/۹۰ سانتی متر) به اثر متقابل تیمار زغال زیستی، قارچ تریکودرما (*Trichoderma harzianum*) و ۱۰۰ درصد سطح کودی توصیه شده منطقه و حداقل آن (۱۲/۵۶ سانتی متر) به تیمار شاهد (بدون کود، بدون زغال



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه تیمارهای آزمایشی بر طول گیاهچه در آزمون پیری تسریع شده

Fig 2- Mean comparison of triple effects of the experimental treatments on the seedling length in the Accelerated aging test

گیاهچه (۰/۶۱ گرم) به تیمار اثر متقابل ۱۰۰ درصد سطح کودی در زغال زیستی و کمترین وزن خشک گیاهچه (۰/۲۱ گرم) به تیمار شاهد (بدون کود و بدون زغال زیستی) (جدول ۷) تعلق گرفت.

لیرد و همکاران (Laird et al., 2009) و هاسک و ماجور (Husk and Major, 2010) گزارش کردند جوانه زنی و شاخص بنیه بذر ذرت و گندم تحت تاثیر پیری تسریع شده قرار گرفت و کاهش یافت، ولی بذره‌های بدست آمده از گیاهانی که با زغال زیستی تیمار شده‌اند، نسبت به بذره‌های بدست آمده از گیاهانی که با زغال زیستی تیمار نشده‌اند از درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه بالاتری برخوردار بودند. کریشماتی و همکاران (Krishnamurti et al., 1999) بیان کردند که بیشترین بنیه گیاهچه از بذره‌های درشت بدست آمد و،

سرعت جوانه زنی. نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۶) اثر ساده تیمار سطح کودی، تیمار قارچ و تیمار زغال زیستی بر سرعت جوانه زنی طی آزمون پیری تسریع شده در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بر اساس (جدول ۷) در بین سه اثر ساده (سطح کودی، تیمار قارچ و تیمار زغال زیستی)، بیشترین سرعت جوانه زنی (۳/۴۲ در روز) و کمترین سرعت جوانه زنی (۲/۴۰ در روز) به ترتیب مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد سطح کودی و به تیمار شاهد (بدون زغال زیستی) بود.

وزن خشک گیاهچه. با توجه به نتایج تجزیه واریانس آزمون پیری تسریع شده (جدول ۶) اثر متقابل سطح کودی توصیه شده منطقه در زغال زیستی در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل زغال زیستی در نوع قارچ در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد. بیشترین وزن خشک

بدست آمده از گیاه لوییا تلقیح شده با گونه‌های  
تریکودرما باعث افزایش پنج تا هفت درصدی وزن  
خشک و طول گیاهچه گردید.

نیروژن و فسفر به دلیل مشارکت بنیادین در واحدهای  
ساختمانی پروتئین‌ها و فسفولیپیدهای غشای سلولی سبب  
تولید بذرها درشت می‌شوند. نتایج تحقیق چان و  
همکاران (Cheng *et al.*, 2006). نشان داده که بذور

جدول ۷- حداقل و حداکثر مقادیر مشاهده شده برای هر صفت در آزمون پیری تسریع شده

Table 7- Minimum and maximum values observed for each trait in the accelerated aging test

صفات Attribute	تیمارهای با حداقل و حداکثر پاسخ Treatments with the minimum and maximum responses	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm)	سرعت جوانزنی (تعداد بر روز) Germination rate (1/day)	درصد گیاهچه عادی Normal seedling percentage	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (gr)
تیمار Treatment	حداقل (ترکیبی) Minimum (Combined) Amount مقدار	no fertilizer*no biochar fungi no *	-	-	no fertilizer*no biochar 0.21
	حداکثر (ترکیبی) Maximum (Combined) Amount مقدار	100% Fertilizer* Biochar Fungi Tr <sub>2</sub> *	-	-	100% Fertilizer* Biochar 0.61
اثر تیمار کود Effect of Fertilizer treatment	حداکثر مقدار Maximum Amount	100% Fertilizer 17.56	100% Fertilizer 3.42	100% Fertilizer 69.26	100% Fertilizer 0.53
	حداقل مقدار Minimum Amount	no fertilizer 12.56	no fertilizer 2.86	no fertilizer 60.37	no fertilizer 0.21
اثر تیمار قارچ Effect of Fungi treatment	حداکثر مقدار Maximum Amount	Fungi Tr <sub>2</sub> 15.33	Fungi Tr <sub>2</sub> 3.28	Fungi Tr <sub>2</sub> 66.77	Fungi Tr <sub>2</sub> 0.40
	حداقل مقدار Minimum Amount	no fungi 12.13	no fungi 2.83	no fungi 60.83	no fungi 0.31
اثر تیمار زغال زیستی Effect of biochar treatment	حداکثر مقدار Maximum Amount	Biochar 14.60	Biochar 3.29	Biochar 67.59	Biochar 0.46
	حداقل مقدار Minimum Amount	no biochar 11.98	no biochar 2.40	no biochar 59.07	no biochar 0.22

### آزمون سرما

بیشترین درصد گیاهچه عادی (۶۴ درصد) و کمترین  
درصد گیاهچه عادی (۵۸ درصد) در بین اثرات ساده به  
ترتیب مربوط به تیمار قارچ (*Trichodema harzianum*)  
و تیمار شاهد (بدون قارچ) بود.  
طول گیاهچه. طول گیاهچه به طور معنی‌داری تحت

درصد گیاهچه عادی. براساس نتایج تجزیه واریانس  
(جدول ۸) اثر ساده تیمار سطح کودی، تیمار قارچ و تیمار  
زغال زیستی بر درصد گیاهچه عادی طی آزمون سرما  
معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان داد

۸) اثر ساده تیمار سطح کودی، تیمار قارچ و تیمار زغال زیستی بر سرعت جوانه‌زنی طی آزمون سرما معنی‌دار بود. جدول (۹) نشان داد بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۳/۵۶ در روز) مربوط به تیمار ۱۰۰ سطح کودی و کمترین سرعت جوانه‌زنی (۲/۴۰ در روز) مربوط تیمار شاهد (بدون قارچ) بود.

وزن خشک گیاهچه براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۸) اثرات متقابل دوگانه بر وزن خشک گیاهچه معنی‌دار بودند. براساس جدول (۹) بیشترین وزن خشک گیاهچه (۰/۶۱ گرم) به مربوط تیمار شاهد (بدون کود و بدون قارچ) و کمترین وزن خشک گیاهچه (۰/۱۷) (۱۰۰ درصد سطح کودی و قارچ تریکودرما (*Trichodema harzianum*)) بود.

تأثیر اثر متقابل سطح کودی توصیه شده منطقه در نوع قارچ در زغال زیستی در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، در تمام سطوح کودی حداکثر طول گیاهچه به اثر متقابل تیمار زغال زیستی و قارچ تریکودرما (*Trichodema harzianum*) و حداکثر طول گیاهچه (۲۴/۸۹ سانتی‌متر) در کل تیمارهای ترکیبی به اثر متقابل تیمار زغال زیستی، قارچ تریکودرما (*Trichodema harzianum*) و ۱۰۰ درصد سطح کودی توصیه شده منطقه تعلق داشت. حداقل طول گیاهچه (۱۱/۹۶ سانتی‌متر) در تیمار شاهد (بدون کود، بدون زغال زیستی و بدون قارچ) مشاهده شد (شکل ۳). سرعت جوانه‌زنی براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول

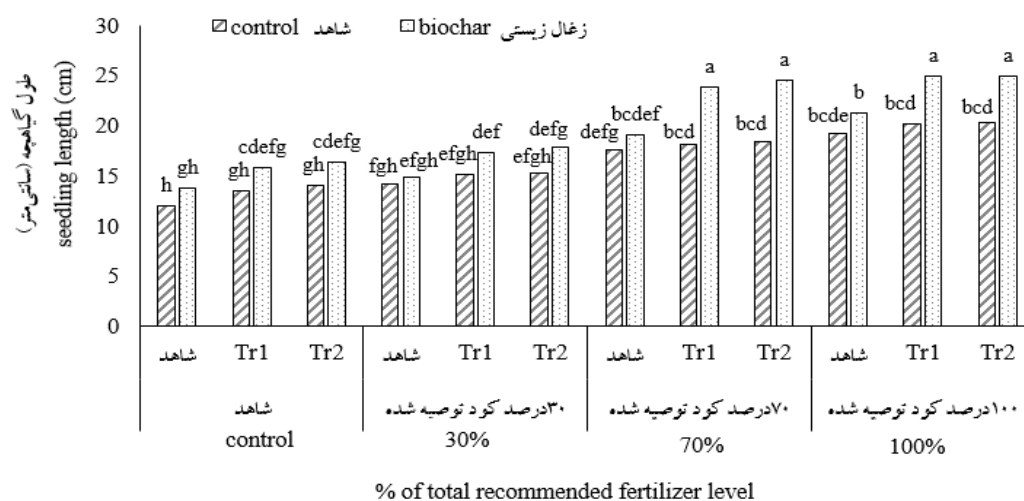
جدول ۸- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تأثیر تیمارهای مورد مطالعه در خصوص آزمون سرما

Table 8- Analysis of variance for the data related to the effect of studied treatments regarding cold test

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Sum squares)			
		طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بر روز) Germination rate (1/day)	درصد گیاهچه عادی Normal seedling percentage	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (gr)
تکرار	2	0.0018	0.29	15.42	4.5
کود Fertilizer	3	0.39**	0.103 <sup>ns</sup>	83.15*	124.35**
خطا Error	6	0.0085	0.23	32.55	13.48
قارچ Fungi	2	0.104**	1.14**	208.14**	105.67**
زغال زیستی Biochar	1	0.29**	2.43**	247.01**	104.88**
کود * قارچ Fertilizer * Fungi	6	0.007 <sup>ns</sup>	0.21 <sup>ns</sup>	4.73 <sup>ns</sup>	3.59*
کود * زغال زیستی Fertilizer * Biochar	3	0.018**	0.031 <sup>ns</sup>	24.72 <sup>ns</sup>	10.009*
زغال زیستی * قارچ Biochar * Fungi	2	0.015**	Ns0.18	11.73 <sup>ns</sup>	16.44*
کود * زغال زیستی * قارچ Fertilizer * Biochar * Fungi	6	0.0006*	0.057 <sup>ns</sup>	9.26 <sup>ns</sup>	7.29 <sup>ns</sup>
خطا Error	6	0.0025	0.17	28.32	2.61
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		12.9	15.55	8.73	9.06

ns, \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, \* and \*\* non-significant and significant at 5 and 1% at probability levels, respectively.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه تیمارهای آزمایشی بر طول گیاهچه در آزمون سرما

Fig 3- Mean comparison of triple effects of the experimental treatments on the seedling length in cold test

جدول ۹- حداقل و حداکثر مقادیر مشاهده شده برای هر صفت در آزمون سرما

Table 9 - Minimum and maximum values observed for each trait in the cold test

صفات Attribute	تیمارهای با حداقل و حداکثر پاسخ Treatments with the minimum and maximum responses	طول گیاهچه (سانتی متر) Seedling length (cm)	سرعت جوانه زنی (تعداد بر روز) Germination rate (1/day)	درصد گیاهچه عادی Normal seedling percentage	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (gr)
تیمار Treatment	حداقل (ترکیبی) Minimum (Combined) Amount مقدار	no fertilizer*no biochar fungi no *	-	-	no fertilizer* fungi no 0.17
	حداکثر (ترکیبی) Maximum (Combined) Amount مقدار	100% Fertilizer* Biochar Fungi Tr2 *	-	-	100% Fertilizer* Fungi Tr2 * 0.61
اثر تیمار کود Effect of Fertilizer treatment	حداکثر مقدار Maximum Amount	100% Fertilizer 17.10	100% Fertilizer 3.65	100% Fertilizer 67.27	100% Fertilizer 0.51
	حداقل مقدار Minimum Amount	no fertilizer 11.59	no fertilizer 2.50	no fertilizer 58.14	no fertilizer 0.23
اثر تیمار قارچ Effect of Fungi treatment	حداکثر مقدار Maximum Amount	Fungi Tr2 14.89	Fungi Tr2 2.72	Fungi Tr2 63.61	Fungi Tr2 0.39
	حداقل مقدار Minimum Amount	no fungi 12.24	no fungi 2.55	no fungi 57.77	no fungi 0.29
اثر تیمار زغال زیستی Effect of biochar treatment	حداکثر مقدار Maximum Amount	Biochar 13.73	Biochar 2.78	Biochar 62.77	Biochar 0.33
	حداقل مقدار Minimum Amount	no biochar 11.98	no biochar 2.40	no biochar 59.07	no biochar 0.22

مرغوبیت بذور تولیدشده روی بومه مادری نسبت به شرایط شاهد شد. اثر قارچ (*Trichodema harzianum*) نسبت به قارچ (*Trichoderma atroviride*) برای افزایش کیفیت بذر موثرتر بود، این مساله می تواند به این دلیل باشد که این قارچ با شرایط محیطی منطقه سازگاری بهتر و به ترشحات ریشه گیاه ذرت واکنش مناسب تری نشان داد. استفاده توأم از زغال زیستی و گونه قارچ تریکودرما (*Trichodema harzianum*) در شرایط استفاده از ۷۰ درصد توصیه کودی به افزایش بهره روی در استفاده از کود و بهبود کیفیت بذور تولید شده و این کار باعث تولید و استقرار یکسان گیاهچه های سالم در سطح مزرعه و در نهایت افزایش عملکرد می گردد که پیامد آن کمک به اقتصاد کشاورز و کاهش مخاطرات ناشی از تولید کم محصول است. به نظر می رسد تیمارهای مورد استفاده تاثیر چندانی در کاهش میزان مصرف کود ندارند، ولی سبب افزایش کارایی نهاده ها و افزایش کیفی بذور تولید شده می شوند. این نتایج می تواند به ویژه در صنعت تولید بذر به عنوان یک راهکار مد نظر قرار بگیرد تا موجب بهبود کیفیت بذور هیبرید تولید شده گردد.

قاسمی گلعذانی و مظلومی (Ghassemi- Golezani and Mazloomi- Oskooyi, 2008) گزارش کردند که تنش سرما سبب کاهش شاخص بنیه و قوه نامیه بذرنخود می گردد. بلک وال و همکاران (Blackwell et al., 2010) گزارش کردند کاربرد زغال زیستی در مقایسه با عدم کاربرد زغال زیستی باعث بهبود وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه زنی و طول گیاهچه در گیاهانی از جمله ذرت، گندم و کلزا شد. برومان و همکاران (Bornermann et al., 2007) و نیومان و لیانگ (Neumann and Laing, 2006) نشان داده اند که تلقیح گیاه با گونه های تریکودرما با تغییر موقعیت میکروبی ریشه ها و جذب مواد غذایی سبب بذور درشت شده و این بذور درشت نسبت به بذور ریز از قوه نامیه و شاخص بنیه بذری قوی تری برخوردار هستند.

### نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون جوانه زنی استاندارد و آزمون های ارزیابی بنیه بذر (آزمون سرما و آزمون پیری تسریع شده) استفاده از زغال زیستی، سطوح کودی مختلف و نوع قارچ باعث افزایش کیفیت و

### Reference

### منابع

- Abdul-Baki, A.A., and J.D. Anders. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiplication. Crop Sci. 3: 630-633.
- Amini, S., and S.M. Naeini. 2012. Effects of paper mill sludge application on physical properties of an Illicit loess slowly swelling soil with high specific surface area and wheat yield in a temperate climate. J. Agric. Sci. 5(1):295-311.
- Beker, B., P. Zambryski, B. Staskawicz., and S.P. Dinesh-K umar. 1987. Signaling in plant microb interactions. J. Agric. Sci. 276: 726-733.
- Belanger, N.I., B. Cote, J.W. Fyles, F. Chourchesne., and W.H. Hendershot. 2004. Forest regrowth as the controlling factor of soil nutrient availability 75 years after fire in a deciduous forest of southern Quebec. Plant Soil. 262: 363-372.
- Blackwell, P., E. Krull, G. Butler, A. Herbert., and Z. Solaiman. 2010. Effect of banded biochar on dryland wheat production and fertiliser use in south-western australia an agronomic and economic perspective. Aust. J. Soil Res. 48:531-545.

- Bornermann, L., R.S. Kookana., and G. Welp. 2007.** Differential sorption behavior of aromatic hydrocarbons on charcoals prepared at different temperatures from grass and wood. *J. Chem. Ecol.* 67 :1033–1042.
- Bridle, T.R., and D. Pritchard. 2004.** Energy and nutrient recovery from sewage sludge via pyrolysis. *Water. Soil Sci. Technol.* 50: 169–175.
- Briggs, C.M., J.M. Breiner., and R.C. Graham. 2005.** Contributions of pinus ponderosa charcoal to soil chemical and physical properties. *Soil Sci. Technol* 23: 34-45.
- Chan, K.Y., and Z.H. Xu. 2009.** Biochar - nutrient properties and their enhancement biochar for environmental management: *Soil Sci. Technol.*, 63: 67-81.
- Cheng, C.H., J. Lehmann, J.E. Thies, S.D. Burton., and M.H. Engelhard. 2006.** Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. *Soil Sci.* 37:14-77.
- Ghassemi- Golezani, K., and R. Mazloomi- Oskooyi. 2008.** Effect of water supply on seed quality development in common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Int. J. Plant Prod.* 2: 117- 124.
- Glaser, B., and W.I. Woods. 2004.** (Ed.). (Eds.) Amazonian dark earths: explorations in space and time, springer-verlag. *Int. J. Chemosph.* 46: 54-67.
- Hampton, J.G., and D.M. Tekrony. 1995** Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 2: 176-177.
- Harman, G.E. 2000.** Myths and dogmas of biocontrol changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum*. *J. Field Plant Sic.* 84: 377-393.
- Harman, G.E. 2006.** Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma spp.* *Int. J. Phytopathol.* 96: 190-194.
- Harman, G.E. 2010.** Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma spp.* *Int. J. Phytopathol.* 94: 163-172.
- Husk, B., and J. Major. 2011.** Biochar commercial agriculture field trial in Québec, Canada – year three effects of biochar on forage plant biomass quantity, quality and milk production. *Soil Sci.* 65: 23-35.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2008.** International rules for seed testing. Basserdorf, Switzerland.
- Krishnamurti, G.S.R., P.M. Huang., and L.M. Kozak. 1999. Sorption and desorption kinetics of cadmium from soils: Influence of phosphate. *Soil Sci.* 164(12):235-247.
- Laird, D., P. Fleming, B.Q. Wang, R. Horton., and D. Karlen. 2010.** Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. *Seed Sci. Technol.* 158:436-442.
- Lal, R. 2011.** Sequestering carbon in soils of agro-ecosystems. *Food Policy.* 36: S33-S39.
- Lehmann, J., J. Gaunt, and M. Rondon. 2006.** Biochar sequestration in terrestrial ecosystems – a review. *J. Mitiga. Adapta. Strategies. J. Am. Sci.* 11: 403–427.
- Lehmann, J. 2007.** Biology-energy in the black. *J. Front. Ecol. Environ.* 5:381.
- Lehmann, J., C. Czimnik, B. Laird, and S. Sohi. 2009.** Biochar for environmental management. *Soil Sci. Technol.* 15: 183-206.
- Liang, B., J. Lehmann, D. Solomon, J. Kinyangi, J. Grossman, B. O'Neill, J.O. Skjemstad, J. Thies, F.J. Luizao, J. Petersen, and E.G. Neves. 2006.** Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 1719-1730.
- Macdonald, L.M., M. Farrell, L. Van Zwieten, and E.S. Krull. 2014.** Plant growth responses to biochar addition: an Australian soils perspective. *J. Biol. Fert. Soil.* 50: 1035-1045.
- Major, J., C. Steiner, A. Downie., and J. Lehmann. 2009.** Biochar effects on nutrient leaching. *Int. Soil Sci. Technol.* 42: 271-284.
- Major, J., M. Rondon, D. Molina, S.J. Riha., and J. Lehmann. 2010.** Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. *Plant Soi* 333:117-128.
- Neumann, B., and M. Laing. 2006.** *Trichoderma spp* anally in the quest for soil system molecular form and surface charge along a climosequence. *Plant Soil.* 72:1598–1610.

**Rondon, M., J. Lehmann, J. Ramirez., and M. Hurtado. 2007.** Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris L.*) increases with biochar additions. *J. Biol. Fert. Soil.* 43: 99–708.

**Scala, F., A. Raio., and M. Lorito. 2007.** Biological control of fruit and vegetable diseases with fungal and bacterial antagonists. *Trichoderma spp.* and agrobacterium. *Soil Sci. Technol.* 36: 19-27.

**Steiner, C., W.G. Teixeira, J. Lehmann, T. Nehls, J.L. Macêdo, V.W.E. Blum., and W. Zech. 2007.** Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant. Soil.* 291: 275-290.

**Zhang, A., L. Pan, G. Hussain, Q. Zhang, X. Zheng., and D. Crowley. 2010.** Effect of biochar amendment on yield and methane and nitrous oxide emissions from a rice paddy from Tai Lake plain, China. *Agriculture. J. Agric. Crop Sci.* 139: 469-475.