# واکنش اجزاء عملکرد گلرنگ به تلقیح با قارچ میکوریزا، باکتری ازتوباکتر و مصرف حاصلخیز کننده‌های شیمیایی

**محمد میرزاخانی**

استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فراهان، فراهان، ایران

**تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۹/۰۲** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۰۲**

**چکیده**

این آزمایش در بهار سال ۱۳۸٦ در مزرعه آموزشی ـ تحقیقاتی دانشگاه آزاد واحد فراهان به منظور بررسی اثرات تلقیح دوگانه بذر با ازتوباکتر و میکوریزا و مقادیر مختلف نیتروژن و فسفر بر عملکرد دانه گلرنگ بهاره رقم پدیده (IL-111)، اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد آزمایش شامل ازتوباکتر (*Azotobacter chroococum*) و میکوریزا (*Glomus intraradices*) هر کدام در دو سطح شامل بدون تلقیح و تلقیح با باکتری ازتوباکتر و میکوریزا، در مجموع چهار تیمار و مصرف مخلوط کودهای نیتروژن و فسفر در چهار سطح شامل عدم مصرف کود شیمیایی=$F_0$، مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۲۵ کیلوگرم فسفر=$F_1$، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن + ۵۰ کیلوگرم فسفر=$F_2$، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم فسفر=$F_3$ بودند. نتایج آزمایش نشان داد که تلقیح بذرهای گلرنگ با ازتوباکتر باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد که نشان می‌دهد باکتری آزادزی ازتوباکتر با افزایش فعالیت خود توانسته است مقادیر بیشتری از نیتروژن را برای تغذیه بوته‌ها در محیط ریشه فراهم نماید، ولی کاربرد قارچ میکوریزا نتوانست تفاوت معنی‌داری را در عملکرد دانه بوجود آورد. تأثیر سطوح مختلف مخلوط کود نیتروژن و فسفر نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل دوگانه بین میکوریزا × مصرف سطوح نیتروژن و فسفر معنی‌دار بود. علیرغم اینکه اثر متقابل سه گانه تلقیح با ازتوباکتر × تلقیح با میکوریزا × سطوح کودی بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود، ولی از بین تیمارهای اعمال شده، بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تیمار $A_0M_1F_3$ (بدون تلقیح ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر) با میانگین ۱۲۳۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در تیمار $A_0M_1F_0$ (بدون تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا و عدم مصرف نیتروژن و فسفر) با میانگین ۹۱۸ کیلوگرم در هکتار بود. طبق محاسبات انجام شده در این بررسی می‌توان گفت که تلقیح گلرنگ بهاره، با باکتری ازتوباکتر و قارچ میکوریزا در مجموع باعث افزایش حدود ۵/۱۵ درصدی عملکرد دانه شده است.

**واژگان کلیدی:** ازتوباکتر، فسفر، گلرنگ، میکوریزا، نیتروژن



*Enail:mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir*

**مقدمه**

گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) گیاهی یکساله، پهن برگ و بوته‌ای است. دانه‌های آن سفید رنگ و شبیه به دانه‌های آفتابگردان است. همچنین دارای ریشه اصلی عمیقی است که تحمل به خشکی را در آن افزایش داده است. امروزه گلرنگ به دلیل سه هدف اصلی روغن، مصارف غذایی و تغذیه طیور تولید می‌شود (Esendal, 2001; Landau et al., 2005) که البته هدف اصلی، تولید روغن از دانه‌های آن می‌باشد. گلرنگ دارای واریته‌های خاردار و بدون خار است، که درصد روغن در ارقام خاردار، از ارقام بدون خار و ارقامی که دارای خار کمتری هستند، بیشتر می‌باشد (Osorio et al., 1995). دو نوع اسید چرب غیراشباع در گلرنگ وجود دارد، اسید چرب غیراشباع اولئیک، که در پخت مواد غذایی و اسید چرب غیراشباع لینولئیک، که به عنوان عامل خشک کننده در رنگ آمیزی و روغن برق و جلا استفاده می‌شود. در سال ۲۰۰٤ تولید جهانی گلرنگ در حدود ٦۰٤/۱۵۷ تن بوده است، مهمترین تولید کنندگان گلرنگ در جهان به ترتیب شامل مکزیک (۳٦ درصد تولید جهانی)، هند (۲۱ درصد)، آمریکا (۱۳ درصد)، اتیوپی (٦ درصد)، استرالیا (۵ درصد)، چین (۵ درصد)، قزاقستان (۵ درصد)، آرژانتین (۳ درصد)، قرقیزستان (۳ درصد)، ازبکستان (۲ درصد) و سایر کشورها در حدود ۱ درصد تولید را به خود اختصاص داده اند (Smith and Jimmerson, 2005). افزایش روزافزون جمعیت جهان در چند دهه اخیر و نیاز آنها به منابع انرژی از جمله روغن گیاهی ایجاب می‌نماید که در مورد افزایش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد گیاهان روغنی مانند گلرنگ توجه بیشتری صورت گیرد. گلرنگ دارای خصوصیات مهمی جهت کاشت در مناطق دیم می‌باشد که می‌توان به تحمل آن در برابر سرما، خشکی و شوری اشاره کرد. این گیاه به راحتی می‌تواند در مناطقی که درجه حرارت پایین و خاک‌هایی با حاصلخیزی کم دارند، رشد و نمو موفقی داشته باشد (Koutroubas and Papakosta, 2004). بر اساس نوع پوست دانه، درصد روغن دانه این گیاه بین ۳۵ تا ۵۰ درصد متغیر می‌باشد (Rahamatalla et al., 2001). روغن استاندارد گلرنگ حاوی حدود ۸-٦ درصد اسید پالمیتیک، ۳-۲ درصد اسید استئاریک، ۲۰-۱٦ درصد اسید اولئیک و ۷۵-۷۱ درصد اسید لینولئیک می‌باشد (Velasco and Fernandez, 2001). موفقیت در تولید گلرنگ در مناطق جدید بستگی زیادی به اصلاح و بهبود بیشتر عملکرد دانه و روغن دارد. عملکرد دانه یک رقم گلرنگ ممکن است در مناطق مختلف، متفاوت باشد، زیرا عواملی چون نور، آب، بارندگی، درجه حرارت، رطوبت محیطی و رقابت در جذب مواد غذایی متفاوت خواهد بود (Koutroubas et al., 2005). در آزمایشی نشان داده شد که اثر تلقیح دوگانه میکوریزا و ازتوباکتر همراه با منابع فسفر بیشترین مقدار گره‌زایی، رشد و عملکرد دانه نخود را نسبت به سایر تیمارها دارا بود (Deepali et al., 2003). تلقیح دوگانه میکوریزا و ازتوباکتر باعث افزایش رشد، وسعت سطح برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیکی و دانه ارقام گندم و گلرنگ شد (Behl et al., 2003). تلقیح گیاهان با قارچ میکوریزا باعث افزایش تحمل آنها به عوامل بیماری‌زا می‌شود (Espinosa et al., 2004). تلقیح سورگوم با میکوریزا باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و هدایت روزنه‌ای آن می‌شود (Abdel and Mohamedin, 2000). در بوته‌های گلرنگ تلقیح شده با میکوریزا نسبت به عدم تلقیح بوته‌ها در سطوح خفیف تنش خشکی در محدوده پتانسیل آب خاک ۱- تا ٤- مگا پاسکال، مقدار کمتری از برگ‌ها نکروزه شدند که احتمالاً این موضوع به خاطر جذب بیشتر فسفر توسط بوته‌ها بواسطه تلقیح با میکوریزا بوده است. تلقیح میکوریزا بر سرعت جذب آب توسط ریشه‌ها و محتوی رطوبت نسبی بوته‌ها در شرایط رطوبت زیاد و خشکی زیاد خاک اثر مثبت و معنی‌داری نداشت (Bryla and Duniway, 1997). تحقیقات صورت گرفته نشان داده است که با استفاده از قارچ‌های میکوریزا اربسکولار و سنگ فسفات که منبعی از فسفر غیرقابل جذب برای بوته

محسوب می‌شود، در خاک‌های اسیدی جذب فسفر توسط بوته‌های میزبان قارچ‌های میکوریزا آربسکولار نسبت به بوته‌های شاهد افزایش یافت. چنین اثرات مثبتی از مصرف خاک فسفات به همراه قارچ‌های میکوریزا اربسکولار در خاک‌های خنثی و قلیایی نیز گزارش گردیده است (Lal, 2000). نتایج تحقیق گلخانه‌ای Diaz و Garza (۲۰۰۷) که بر روی ۵ ژنوتیپ گلرنگ و ۹ هیبرید سورگوم در مکزیک انجام شده است، نشان داد که اثر تلقیح با میکوریزا (*Glomus intraradices*) در شرایط کمبود عناصر غذایی فسفر و نیتروژن، تفاوت معنی‌داری در صفات ارتفاع گیاه، وزن خشک گیاه، وزن خشک ریشه و غلظت کلروفیل در هیبریدهای سورگوم دیده شد، همچنین میانگین کلنی‌زاسیون ریشه‌های سورگوم ۳۷/۵ درصد بود. در ژنوتیپ‌های گلرنگ نیز تفاوت معنی‌داری در صفات ارتفاع گیاه، وزن خشک گیاه و غلظت کلروفیل دیده شد، میانگین کلنی‌زاسیون ریشه‌های گلرنگ ۳٦/۸ درصد گزارش شده است، به طوری که ژنوتیپ گلرنگ CS-1623 با ٤۷/٦۰ و ژنوتیپ گلرنگ Gila-91 با ٤۳/۱۲ درصد بیشترین و کمترین درصد تشکیل کلونی در ریشه را داشتند. در همین بررسی ژنوتیپ‌های S-518 و Gila-91 با میانگین ٤٤/۸ و ٤۲/۸ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین غلظت کلروفیل را داشتند. همچنین ژنوتیپ‌های SI-CEN-1240 و CS-1623 با میانگین ۱۰/٤ و ۸/٤ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک گیاه را به خود اختصاص داده‌اند. طی تحقیقی که Ibrahim و همکاران (۱۹۹۰) انجام داده‌اند، تفاوت معنی‌داری بین گیاهان تلقیح شده با میکوریزا و گیاهان تلقیح نشده در جذب عناصر مس، روی، پتاسیم، فسفر و نیتروژن و مشارکت در اسیمیلاسیون عناصر معدنی گزارش کرده‌اند. همچنین در بررسی دیگری که توسط Gonzalez و همکاران (۲۰۰٤) انجام شده است، تاثیر مثبت تلقیح گیاه با میکوریزا بر انتقال عناصر در گیاه، خصوصاً عنصر فسفر گزارش شده است. نتایج تحقیق Diaz و همکاران (۲۰۰٦) که به بررسی تلقیح گلرنگ با میکوریزا و استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر در شرایط محدودیت رطوبت در یکسال و دو مکان مختلف در مکزیک پرداخته‌اند، اظهار کردند که اثر تلقیح با میکوریزا و مصرف کودهای شیمیایی در مکان اول تفاوت معنی‌داری را در صفات ارتفاع گیاه، تعداد گل در بوته، وزن دانه در گیاه، عملکرد دانه و درصد کلنی‌زاسیون میکوریزا نشان نداد، ولی در مکان دوم آزمایش تفاوت معنی‌داری در صفات بالا دیده شد. در اجرای این تحقیق مواردی چون، افزایش سهم تأمین عناصر نیتروژن و فسفر از طریق فعالیت عوامل بیولوژیکی به جای استفاده از کودهای شیمیایی، کاهش مقدار مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی خصوصاً نیتروژن و فسفر و افزایش توانایی جذب آب ناشی از توان جذبی بیشتر هیف‌های تشکیل شده از قارچ همزیست مدنظر بوده است.

**مواد و روش‌ها**

این آزمایش در بهار سال ۱۳۸٦ در مزرعه آموزشی ـ تحقیقاتی دانشگاه آزاد واحد فراهان که در فاصله ٤۵ کیلومتری شهرستان اراک قرار دارد و با ارتفاع ۱۸۷۸ متر از سطح دریا با خاک زراعی لومی اجرا شد که منابع مربوط به آنالیز خاک در جدول ۱ آمده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. هر کرت شامل ٤ خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتیمتر و فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۵ سانتیمتر درنظر گرفته شد تا تراکم ٤۰۰ هزار بوته در هر هکتار پس از تنک بدست آید. تیمارهای بکار رفته در این آزمایش شامل ازتوباکتر (*Azotobacter choorococum*) با جمعیت $10^8$ عدد در هر میلی‌لیتر و میکوریزا ( *Glomus intraradices*) با جمعیت ۲۵۰ تا ۳۰۰ اندام فعال قارچ به ازای هر بذر که مواد مورد تلقیح از آزمایشگاه موسسه خاک و آب کشور تهیه شد. هر عامل در دو سطح شامل (بدون تلقیح و با تلقیح) و مصرف کودهای نیتروژن و فسفر در چهار سطح به ترتیب شامل:

[عدم مصرف کود شیمیایی=$F_0$، مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۲۵ کیلوگرم فسفر=$F_1$، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن + ۵۰ کیلوگرم فسفر=$F_2$، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم فسفر=$F_3$]. گلرنگ بهاره IL-111 در اردیبهشت سال ۱۳۸۵ کاشته شد. این رقم دارای متوسط ارتفاع ۷۰ تا۱۰۰ سانتی متر، نسبتاً زودرس، رنگ گل‌های آن قرمز، بدون خار، رقمی با غوزه‌های درشت، متوسط تعداد غوزه در هر بوته ٦ تا ۱۲ عدد، وزن هزار دانه ٤٠ تا ٤٥ گرم و عملکرد دانه آن بین ۱/۵ تا ۲/۵ تن در هکتار است (فروزان، ۱۳۷۸). بذر مورد استفاده از بخش دانه‌های روغنی کرج تهیه گردید. بر اساس نتایج آزمایش خاک و محاسبه مقدار خروج عناصر غذایی از خاک توسط گلرنگ بر اساس درصد عناصر موجود در این گیاه در شرایط تغذیه ای بهینه (فروزان، ۱۳۷۸) کود مورد استفاده از منابع کودهای اوره و سوپر فسفات تریپل در اختیار گیاهان قرار گرفت. کود نیتروژن در سه نوبت، یک سوم در زمان کاشت و دو سوم مابقی در دو نوبت به صورت سرک در مراحل شروع ساقه‌دهی و شروع غوزه‌دهی و کود فسفر در یک نوبت (پیش از کاشت) به خاک داده شد. عمق کاشت ۳ سانتیمتر و بذرها با تراکم نسبتاً زیاد کاشته شدند و در مرحله چهار تا شش برگی برای رسیدن به تراکم ٤٠ بوته در مترمربع، بوته‌های اضافی حذف شدند. مبارزه با علف‌های هرز به موقع و به صورت دستی انجام شد. در زمان برداشت تعداد ۱۰ بوته از دو خط کاشت میانی هر کرت آزمایشی انتخاب شدند و صفات تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد غوزه‌ها در هر بوته، تعداد دانه‌ها در هر غوزه، وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر و عملکرد دانه اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای تعیین عملکرد دانه، در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، از دو خط میانی مساحت ٤ مترمربع برداشت و پس از کوبیدن و توزین و با درنظر گرفتن رطوبت حدود ١٤ درصد، عملکرد دانه هر کرت بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. جهت تعیین وزن هکتولیتر، مقدار کافی از بذر هر کرت برای پر کردن استوانه مدرج یک لیتری ریخته شد و پس از چند بار تکان دادن استوانه مدرج و پر کردن مجدد آن، وزن آن ثبت گردید. به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار MSTAT-C استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال P≤۰/۰۵ با نرم‌افزار MSTAT-C صورت گرفت. همچنین کلیه ضرایب همبستگی بین صفات محاسبه و معنی‌دار بودن آنها تعیین گردید.

**جدول ۱:** نتایج آزمایش خاک

| عمق نمونه برداری | درصد اشباع | هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتیمتر) | اسیدیته گل اشباع | کربن آلی (درصد) | ازت کل (درصد) | فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون) | پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون) | درصد شن (درصد) | درصد سیلت (درصد) | درصد رس (درصد) | بافت خاک |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰ – ۳۰ | ۳۱/۷ | ۱/۰۰ | ۷/۸ | ۰/۳۸ | ۰/۰٤ | ۹ | ٤۰۰ | ٤٥ | ۳۰ | ۲٥ | لوم |
| | | | | | | | | | | | |
| مطلوب | - | <۲/۰ | ٦/٥-۷/٥ | <۱/۰۰ | >۰/۱ | ۱۰-۱٥ | ۲۰۰-۳۰۰ | | | | لوم |

## نتایج

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مورد بررسی بر فاکتورهای تعداد شاخه فرعی، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر و عملکرد دانه در جدول ۲ نشان داده شده است.

در بررسی مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی بین تیمارهای اعمال شده، بیشترین تعداد شاخه فرعی (۵/۰۱ عدد) مربوط به تیمار مصرف (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار) و کمترین تعداد شاخه فرعی (۳/۵۰ عدد) مربوط به عدم مصرف کود نیتروژن و فسفر بود (جدول ۳). مصرف مقادیر مختلف از کودهای نیتروژن و فسفر تفاوت معنی‌داری را از طریق تغذیه بهتر بوته‌ها در تولید مریستم‌های آغازی شاخه‌های فرعی بوجود آورد. در تراکم‌های یکسان، هر چقدر که شرایط تغذیه‌ای گلرنگ بهبود یابد، گیاه اقدام به تولید شاخه‌های فرعی بیشتری می‌نماید. بنابراین در این آزمایش با کاهش عناصر غذایی قابل دسترس گیاه، متوسط تعداد شاخه فرعی در هر بوته کاهش یافته است و باعث کاهش عملکرد نهایی شده است. در بین اثرات متقابل دوگانه تلقیح با ازتوباکتر × مصرف سطوح کودی، تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر + مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین ۵/۱۰ عدد و تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ عدم مصرف فسفر و نیتروژن) با میانگین ۳/٤۳ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی در هر بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ٤). همچنین در بین اثرات متقابل سه گانه، تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین ۵/٦۰ عدد و تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + عدم مصرف فسفر و نیتروژن) با میانگین ۳/۲۰ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی در هر بوته را تولید کردند (جدول ۵). در آزمایش حاضر همبستگی بین صفت تعداد شاخه فرعی درگیاه با صفت تعداد غوزه در بوته (r=۰/۹٦**)، دانه در غوزه (r=۰/٤۰**)، عملکرد دانه (r=۰/۷۷**) و وزن هکتولیتر دانه (r=-۰/۳۷*) معنی‌دار بود (جدول ٦).

در جدول مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی بین تیمارهای اعمال شده، بیشترین تعداد غوزه در بوته با میانگین ٦/۵۹ عدد مربوط به تیمار (مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار) و کمترین تعداد غوزه با میانگین ۵/۰۳ عدد مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن و فسفر بود (جدول ۳).

اثر تلقیح با ازتوباکتر بر تعداد دانه در غوزه معنی‌دار نبود، ولی تلقیح با میکوریزا در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. اثر مصرف سطوح مختلف مخلوط کود نیتروژن و فسفر نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، ولی هیچ یک از اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی‌دار نبودند (جدول ۲). در بررسی مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی تیمارهای اعمال شده، در بین سطوح میکوریزا، بیشترین تعداد دانه در غوزه (۲۲/۸٦ عدد) مربوط به تلقیح دانه‌ها با میکوریزا و کمترین تعداد دانه در غوزه (۲۱/٦۹ عدد) مربوط به عدم تلقیح با میکوریزا می‌باشد (جدول ۳).

بنابراین می‌توان گفت که تلقیح بوته‌ها با میکوریزا توانسته تفاوت معنی‌داری را در تعداد دانه در غوزه را داشته باشد. در بین سطوح کودهای نیتروژن و فسفر بیشترین تعداد دانه در غوزه با میانگین ۲۳/۸۲ عدد مربوط به تیمار مصرف (۱۵۰ کیلو گرم نیتروژن + ۷۵ کیلو گرم فسفر در هکتار) و کمترین تعداد دانه در غوزه با میانگین ۲۱/۲۱ عدد مربوط به مصرف (۵۰ کیلو گرم نیتروژن + ۲۵ کیلو گرم فسفر در هکتار) می‌باشد (جدول ۳). در بین اثرات متقابل دوگانه بین ازتوباکتر × سطوح کودی، تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با تعداد (۲٤/۳۷ عدد) و تیمار (تلقیح با ازتوباکتر+ مصرف ۲۵ کیلوگرم فسفر + ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با تعداد (۲۰/٦۰ عدد)، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غوزه را در بوته داشتند. همچنین بین میکوریزا و سطوح کودی، تیمار (تلقیح با میکوریزا + مصرف ۲۵ کیلوگرم فسفر+ ۵۰

کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با تعداد (۲٤/۲۲ عدد) و تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + مصرف ۲۵ کیلوگرم فسفر + ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با تعداد (۱۹/۵۷ عدد)، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غوزه را به خود اختصاص دادند (جدول ٤). در بین اثرات سه گانه، تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با (۲۵ عدد)، بیشترین و تیمار (تلقیح با ازتوباکتر+ عدم تلقیح با میکوریزا + مصرف ۲۵ کیلوگرم فسفر + ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با (۱۹/۲۷ عدد)، کمترین تعداد دانه در غوزه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). در این آزمایش همبستگی بین صفت تعداد دانه در هر غوزه با صفات تعداد شاخه فرعی در گیاه (r=۰/٤۰**)، تعداد غوزه در گیاه (r=۰/٤۲**)، عملکرد دانه (r=۰/٦۰**)، معنی دار شد (جدول ٦).

در بررسی مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی بین سطوح مصرف مخلوط کود نیتروژن و فسفر بیشترین وزن هزار دانه با میانگین (٤۱/۱۲ گرم) مربوط به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلو گرم نیتروژن + ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و کمترین آن با میانگین (۳۹/٦۷ گرم) مربوط به تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۲۵ کیلوگرم فسفر بود (جدول ۳). در بین اثرات متقابل تلقیح ازتوباکتر + میکوریزا، تیمار (تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا) با میانگین ٤۰/٦۰ گرم و تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا) با میانگین ۳۹/۵۲ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. همچنین در بین اثرات متقابل تلقیح ازتوباکتر × مصرف سطوح کودی، تیمار (عدم تلقیح با میکوریزا + مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین ٤۱/٤۷ گرم و تیمار (عدم تلقیح با میکوریزا + مصرف ۲۵ کیلوگرم فسفر + ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین ۳۸/۹۵ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. در بین اثرات متقابل تلقیح میکوریزا × مصرف سطوح کودی، تیمار (عدم تلقیح با میکوریزا + مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین (٤۱/۸۸ گرم) و تیمار (تلقیح با میکوریزا + عدم مصرف فسفر و نیتروژن) با میانگین (۳۹/۰۵ گرم) به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار وزن هزار دانه را داشتند (جدول ٤).

در بین اثرات سه گانه تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین (٤۲/۱۰ گرم)، بیشترین و تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + مصرف ۲۵ کیلوگرم فسفر + ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین (۳۸/۰۷ گرم)، کمترین وزن هزار دانه را در بین تمام تیمارها به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

در بررسی مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی بین تیمارهای اعمال شده، بیشترین وزن هکتولیتر با میانگین ٦۷/۷۱ کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن و فسفر و کمترین آن با میانگین ٦۵/۰٤ کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر مربوط به تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار می‌باشد. در بین اثرات اصلی تلقیح با میکوریزا، تیمار (عدم تلقیح میکوریزا) با میانگین ٦۷/۳۳ کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر و تیمار (تلقیح با میکوریزا) با میانگین ٦۵/۷۲ کیلوگرم در صد لیتر به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هکتولیتر دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

**جدول ۲:** نتایج تجزیه واریانس تلقیح با ازتوباکتر* میکوریزا* سطوح نیتروژن+ فسفر بر اجزای عملکرد گلرنگ رقم IL-111

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تعداد شاخه‌های فرعی | تعداد غوزه ها در بوته | تعداد دانه ها درغوزه | وزن هزار دانه | وزن هکتولیتر | عملکرد دانه |
| تکرار | ۲ | ۰/۲۴۳ ns | ۰/۱۶ ns | ۱/۱۳۳ ns | ۹/۱۳* | ۹/۸۲۵ ns | ۳۴۷۱۴/۹۳* |
| ازتوباکتر | ۱ | ۰/۰۰۳ ns | ۰/۰۴۷ ns | ۳/۷۹۷ns | ۲/۱۲۵ ns | ۱۴/۲۱۴ns | ۲۵۸۰۷/۶۸* |
| میکوریزا | ۱ | ۰/۰۰۳ ns | ۰/۰۱ ns | ۱۶/۴۵* | ۰/۱۵۲ ns | ۳۱/۲۹* | ۵۱۸۷/۵۲۱ns |
| نیتروژن + فسفر | ۳ | ۴/۸۵** | ۴/۹۸۶** | ۱۶/۶۹** | ۵/۴۲** | ۲۰/۴۶* | ۳۲۰۷۳/۹۶** |
| ازتوباکتر× میکوریزا | ۱ | ۰/۰۰۱ ns | ۰/۰۶۰ ns | ۰/۰۲۵ ns | ۵/۲۶* | ۲۷/۵۷* | ۳/۵۲۱ns |
| ازتوباکتر× نیتروژن + فسفر | ۳ | ۰/۴۵** | ۰/۳۷* | ۷/۴۳۶ ns | ۳/۰۰* | ۵/۸۶۱ ns | ۷۰۲۴۶/۶۸** |
| میکوریزا× کود نیتروژن + فسفر | ۳ | ۰/۴۷** | ۰/۶۰** | ۶/۵۵۲ ns | ۴/۸۵** | ۱۰/۳۲۹ns | ۳۴۰۱۰/۱۸** |
| ازتوباکتر× میکوریزا× نیتروژن +فسفر | ۳ | ۰/۳۱** | ۰/۳۵* | ۱/۰۸۹ ns | ۳/۳۷* | ۶/۳۹۹ ns | ۲۳۳۵۷/۱۸* |
| خطا | ۳۰ | ۰/۰۹۶ | ۰/۱۱۷ | ۲/۵۶۹ | ۰/۷۶۵ | ۶/۶۰۶ | ۵۶۳۳/۸۰۴ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۷/۰۷ | ۵/۷۹ | ۷/۲۰ | ۲/۱۸ | ۳/۸۶ | ۵/۸۷ |

ns,*,** به ترتیب غیر معنی دار ، معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

**جدول ۳:** مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی تلقیح با ازتوباکتر × میکوریزا × سطوح نیتروژن و فسفر بر گلرنگ رقم IL-111

| تیمار | تعداد شاخه فرعی | تعداد غوزه در بوته | تعداد دانه در غوزه | وزن هزار دانه (گرم) | وزن هکتولیتر دانه (کیلوگرم در صد لیتر) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| عدم تلقیح با ازتوباکتر | ۴/۳۹ a | ۴/۹۳ a | ۲۲/۵۶ a | ۳۹/۹۰ a | ۶۷/۰۷ a | ۱۲۵۵ b |
| تلقیح با ازتوباکتر | ۴/۳۷ a | ۵/۸۷ a | ۲۲/۰۰ a | ۴۰/۳۳ a | ۶۵/۹۸ a | ۱۳۰۲ a |
| | | | | | | |
| عدم تلقیح با میکوریزا | ۴/۳۷ a | ۵/۹۱ a | ۲۱/۶۹ b | ۴۰/۱۷ a | ۶۷/۳۳a | ۱۲۶۸ a |
| تلقیح با میکوریزا | ۴/۳۹ a | ۵/۸۸ a | ۲۲/۸۶ a | ۴۰/۰۶ a | ۶۵/۷۲b | ۱۲۸۹ a |
| | | | | | | |
| عدم مصرف کود | ۳/۵۰ c | ۵/۰۳ c | ۲۱/۵۲ b | ۳۹/۸۳ b | ۶۷/۷۱ a | ۱۰۸۵ c |
| ۲۵ فسفر+ ۵۰ کیلو نیتروژن | ۴/۵۱ b | ۶/۰۰ b | ۲۱/۲۱ b | ۳۹/۶۷ b | ۶۷/۵۳a | ۱۲۰۲ b |
| ۵۰ فسفر+ ۱۰۰ کیلو نیتروژن | ۴/۵۰ b | ۵/۹۸ b | ۲۲/۵۷ ab | ۴۱/۱۲ a | ۶۵/۸۲ ab | ۱۳۹۸ a |
| ۷۵ فسفر+ ۱۵۰ کیلو نیتروژن | ۵/۰۱ a | ۶/۵۹ a | ۲۳/۸۲ a | ۳۹/۸۴ b | ۶۵/۰۴ b | ۱۴۲۹ a |

* در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

**جدول ٤:** مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح با ازتوباکتر × میکوریزا × سطوح نیتروژن + فسفر بر گلرنگ رقم IL-111

| تیمار | تعداد شاخه فرعی | تعداد غوزه دربوته | تعداد دانه در غوزه | وزن هزار دانه (گرم) | وزن هکتولیتر دانه (کیلوگرم در صد لیتر) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_0M_0$ | ٤/٣٨ a | ٥/٩٨ a | ٢١/٩٥ ab | ٤٠/٢٩ a | ٦٨/٦٤ a | ١٢٤٥ a |
| $A_0M_1$ | ٤/٤٠a | ٥/٨٨ a | ٢٣/١٧ a | ٣٩/٥٢ b | ٦٥/٥٠ b | ١٢٦٥ a |
| $A_1M_0$ | ٤/٣٦ a | ٥/٨٥ a | ٢١/٤٣ b | ٤٠/٠٥ ab | ٦٦/٠٣ b | ١٢٩٥ a |
| $A_1M_1$ | ٤/٣٨ a | ٥/٨٩a | ٢٢/٥٦ ab | ٤٠/٦٠ a | ٦٥/٩٣ b | ١٣١٢ a |
| $A_0F_0$ | ٣/٤٣ c | ٥/٠٣ d | ٢٠/٦٣ c | ٣٩/٨٨ bd | ٦٨/٩٦ a | ٩٥٦ d |
| $A_0F_1$ | ٤/٣٠ b | ٥/٨٠ c | ٢١/٨٢ bc | ٣٨/٩٥ d | ٦٨/٥٧ a | ١١٩٤ c |
| $A_0F_2$ | ٤/٧٣ a | ٦/٢٠ bc | ٢٣/٤٢ ab | ٤١/٤٧ a | ٦٥/٦٩ ab | ١٤٥٤ a |
| $A_0F_3$ | ٥/١٠ a | ٦/٧٠ a | ٢٤/٣٧ a | ٣٩/٣٢ cd | ٦٥/٠٧ b | ١٤١٦ ab |
| $A_1F_0$ | ٣/٥٦ c | ٥/٠٣ d | ٢٢/٤٠ ac | ٣٩/٧٧ bd | ٦٦/٤٦ ab | ١٢١٣ c |
| $A_1F_1$ | ٤/٧٣ a | ٦/٢٠ bc | ٢٠/٦٠ c | ٤٠/٤٠ ac | ٦٦/٥٠ ab | ١٢١٠ c |
| $A_1F_2$ | ٤/٢٦ b | ٥/٧٦ c | ٢١/٧٢ bc | ٤٠/٧٧ ab | ٦٥/٩٥ ab | ١٣٤٢ b |
| $A_1F_3$ | ٤/٩٣ a | ٦/٤٨ ab | ٢٣/٢٧ ab | ٤٠/٣٧ ac | ٦٥/٠١ b | ١٤٤١ a |
| $M_0F_0$ | ٣/٦٦ c | ٥/٢٦ c | ٢١/١٣ cd | ٤٠/٦٠ b | ٦٩/٧٥ a | ١٠٩١ d |
| $M_0F_1$ | ٤/٥٠ b | ٦/٠٠ b | ١٩/٥٧ d | ٣٩/٨٧ bc | ٦٨/١٧ ab | ١١٦٨ cd |
| $M_0F_2$ | ٤/٦٠ b | ٦/١٠ b | ٢٢/٦٥ ac | ٤٠/٣٥ b | ٦٥/٦١ bc | ١٤٦٢ a |
| $M_0F_3$ | ٤/٧٣ b | ٦/٣٠ b | ٢٣/٤٢ ab | ٣٩/٨٧ bc | ٦٥/٨١ bc | ١٣٥١b |
| $M_1F_0$ | ٣/٣٣ c | ٤/٨٠d | ٢١/١٩ bc | ٣٩/٠٥ c | ٦٥/٦٧ bc | ١٠٧٩ d |
| $M_1F_1$ | ٤/٥٣ b | ٦/٠٠ b | ٢٢/٨٥ ac | ٣٩/٤٨ bc | ٦٦/٩٠ac | ١٢٣٦ c |
| $M_1F_2$ | ٤/٤٠b | ٥/٨٦ b | ٢٢/٤٨ ac | ٤١/٨٨ a | ٦٦/٠٣ bc | ١٣٣٥ b |
| $M_1F_3$ | ٥/٣٠a | ٦/٨٨ a | ٢٤/٢٢ a | ٣٩/٨٢ bc | ٦٤/٢٨ c | ١٥٠٦ a |

* در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

[ عدم تلقیح با ازتوباکتر=$A_0$، تلقیح با ازتوباکتر=$A_1$، عدم تلقیح با میکوریزا=$M_0$، تلقیح با میکوریزا=$M_1$، عدم مصرف کود شیمیایی=$F_0$ ، مصرف ٥٠ کیلوگرم نیتروژن + ٢٥ کیلوگرم فسفر=$F_1$ ، مصرف ١٠٠ کیلوگرم نیتروژن + ٥٠ کیلوگرم فسفر=$F_2$ ، مصرف ١٥٠ کیلوگرم نیتروژن + ٧٥ کیلوگرم فسفر=$F_3$]

همچنین در بین اثرات دوگانه، بین میکوریزا و سطوح کودی، تیمار (عدم تلقیح با میکوریزا + عدم مصرف فسفر و نیتروژن) با میانگین ٦٩/٧٥ کیلوگرم در ١٠٠ لیتر و تیمار (تلقیح با میکوریزا + مصرف ٢٥ کیلوگرم فسفر + ٥٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین ٦٤/٢٨ کیلوگرم در ١٠٠ لیتر به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هکتولیتر را داشتند (جدول ٤). در بین اثرات سه گانه تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ عدم تلقیح با میکوریزا + عدم مصرف فسفر و نیتروژن) با میانگین ٧١/٥٢ کیلوگرم در ١٠٠ لیتر، بیشترین و تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + مصرف ٧٥ کیلوگرم فسفر + ١٥٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین ٦٣/٣٤ کیلوگرم در ١٠٠ لیتر، کمترین وزن هکتولیتر را دارند (جدول ٥). با توجه به شرایط اقلیمی یکسان برای تمام تیمارها، شاید بتوان گفت که تفاوت وزن هکتولیتر در بین تیمارها مربوط به موفقیت نسبی بین تیمارها در انتقال اسیمیلات‌ها به دانه‌ها بوده است و در نتیجه دانه‌هایی با جرم حجمی متفاوت تولید شده است.

در مقایسه میانگین بین اثرات متقابل دوگانه، میکوریزا × سطوح کودی، تیمار (تلقیح با میکوریزا + مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین ۱۵۰۶ کیلوگرم در هکتار و تیمار (تلقیح با میکوریزا + عدم مصرف فسفر و نیتروژن) با ۱۰۷۹ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند. بین اثرات متقابل دوگانه، ازتوباکتر × سطوح کودی، تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین ۱٤٥٤ کیلوگرم در هکتار و تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ عدم مصرف فسفر و نیتروژن) با میانگین ۹٥٦/۸ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ٤). در بین اثرات سه گانه تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین ۱۵۰٦ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + عدم مصرف فسفر و نیتروژن) با میانگین ۹۱۸ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۵).

**جدول ۵:** مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح دوگانه ازتوباکتر × میکوریزا × سطوح نیتروژن + فسفر بر گلرنگ رقم IL-111

| تیمار | تعداد شاخه فرعی | غوزه در بوته | دانه در غوزه | وزن هزار دانه (گرم) | وزن هکتولیتر دانه (کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_0M_0F_0$ | ۳/٦٦ e | ٥/٤۳ fg | ۲۰/۳۷ ce | ٤۰/۳۳ be | ۷۱/٥۲ a | ۹۹٥/۷h |
| $A_0M_0F_1$ | ٤/۲٦ d | ٥/۷٦ df | ۱۹/۸۷ de | ۳۹/۸۳ cf | ۷۰/۸٤ ab | ۱۱٥۹g |
| $A_0M_0F_2$ | ٥/۰۰ b | ٦/٥۰ bc | ۲۳/۸۳ ab | ٤۰/۸۳ ad | ٦٥/۳۹ c | ۱٥٤۷a |
| $A_0M_0F_3$ | ٤/٦۰ bd | ٦/۲۳ be | ۲۳/۷۳ ab | ٤۰/۱۷ be | ٦٦/۷۹ ac | ۱۲۷۷dg |
| $A_0M_1F_0$ | ۳/۲۰ e | ٤/٦۳ h | ۲۰/۹۰ be | ۳۹/٤۳ dg | ٦٦/٤۰ bc | ۹۱۸h |
| $A_0M_1F_1$ | ٤/۳۳ cd | ٥/۸۳ df | ۲۳/۷۷ ab | ۳۸/۰۷ g | ٦٦/۲۹ bc | ۱۲۳۰ eg |
| $A_0M_1F_2$ | ٤/٤٦ bd | ٥/۹۰ cf | ۲۳/۰۰ ac | ٤۲/۱۰ a | ٦٥/۹۹ bc | ۱۳٦۰be |
| $A_0M_1F_3$ | ٥/٦۰ a | ۷/۱٦ a | ۲٥/۰۰ a | ۳۸/٤۷ fg | ٦۳/۳٤ c | ۱٥٥٦a |
| $A_1M_0F_0$ | ۳/٦٦ e | ٥/۱۰ gh | ۲۱/۹۰ ae | ٤۰/۸۷ ad | ٦۷/۹۸ ac | ۱۱۸٦fg |
| $A_1M_0F_1$ | ٤/۷۳ bd | ٦/۲۳ be | ۱۹/۲۷ e | ۳۹/۹۰ cf | ٦٥/٤۹ c | ۱۱۷۸fg |
| $A_1M_0F_2$ | ٤/۲۰ d | ٥/۷۰ ef | ۲۱/٤۷ be | ۳۹/۸۷ cf | ٦٥/۸٤ c | ۱۳۷٦ bd |
| $A_1M_0F_3$ | ٤/۸٦ bc | ٦/۳٦ bd | ۲۳/۱۰ ac | ۳۹/٥۷ cg | ٦٤/۸۲ c | ۱٤۲٦ac |
| $A_1M_1F_0$ | ۳/٤٦ e | ٤/۹٦ gh | ۲۲/۹۰ ad | ۳۸/٦۷ eg | ٦٤/۹٤ c | ۱۲۳۹dg |
| $A_1M_1F_1$ | ٤/۷۳ bd | ٦/۱٦ be | ۲۱/۹۳ ae | ٤۰/۹۰ ad | ٦۷/٥۰ ac | ۱۲٤۲dg |
| $A_1M_1F_2$ | ٤/۳۳ cd | ٥/۸۳ df | ۲۱/۹۷ ae | ٤۱/٦۷ ab | ٦٥/۲۱ c | ۱۳۰۹cf |
| $A_1M_1F_3$ | ٥/۰۰ b | ٦/٦۰ ab | ۲۳/٤۳ ac | ٤۱/۱۷ ac | ۲۳/۱۷ a | ۱٤٥٦ab |

* در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

[عدم تلقیح با ازتوباکتر=$A_0$، تلقیح با ازتوباکتر=$A_1$، عدم تلقیح با میکوریزا=$M_0$، تلقیح با میکوریزا=$M_1$، عدم مصرف کود شیمیایی=$F_0$، مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۲۵ کیلوگرم فسفر=$F_1$، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن + ۵۰ کیلوگرم فسفر=$F_2$، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم فسفر=$F_3$]

جدول ٦: همبستگی بین صفات

| صفات | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد شاخه فرعی | ١ | | | | | |
| تعداد غوزه در بوته | ٠/٩٦** | ١ | | | | |
| تعداد دانه در غوزه | ٠/٤٠** | ٠/٤٢** | ١ | | | |
| وزن هزار دانه | ٠/١٧ns | ٠/١٧ns | -٠/٠٨ ns | ١ | | |
| وزن هکتولیتر دانه | ٠/١٣** | -٠/٣٣* | -٠/٣٧** | ٠/١٠ ns | ١ | |
| عملکرد دانه | ٠/٧٧** | ٠/٧٧** | ٠/٦٠** | ٠/٢٣ns | -٠/٤٥** | ١ |

**بحث**

نتایج تحقیقات Camas و همکاران (٢٠٠٧) که بر روی سه رقم گلرنگ در پنج منطقه مختلف در دو سال متوالی انجام شده است، نشان داد که از نظر تعداد شاخه فرعی در گیاه تفاوت معنی‌داری بین ارقام گلرنگ و مناطق مختلف کاشت وجود دارد به طوری که رقم Dincer با میانگین ٥/٩٠ عدد و رقم Remzibey با میانگین ٦/٧٨ عدد، به ترتیب کمترین و بیشترین تعداد شاخه فرعی درگیاه را به خود اختصاص دادند. در بین مناطق مختلف کاشت، منطقه G.hacikoy با میانگین ٧/٢٣ عدد و منطقه Bafra با میانگین ٥/٦٦ عدد، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی در گیاه را تولید کرده‌اند. همچنین ایشان اظهار کردند که همبستگی بین صفت تعداد شاخه فرعی درگیاه با صفات درصد روغن (r=٠/٣٤**)، عملکرد روغن دانه (r=٠/٥١**) و عملکرد دانه (r=٠/٤٩**) مثبت و معنی دار بود.

بنابراین می‌توان گفت که مصرف مخلوط مقادیر مختلف از کودهای نیتروژن و فسفره تفاوت معنی‌داری را از طریق تغذیه بهتر بوته‌ها و در نتیجه تولید مریستم‌های زایشی بیشتر در بوته به وجود آورده است که منجر به تولید تعداد غوزه بیشتر در هر بوته شده است، ولی تلقیح بوته‌ها با ازتوباکتر و میکوریزا نتوانست تفاوت معنی‌داری را در تعداد غوزه در هر بوته داشته باشد. با توجه به شرایط اقلیمی یکسان برای تمام تیمارها شاید بتوان گفت که تفاوت تعداد غوزه در بوته در بین تیمارها مربوط به وضعیت متفاوت تغذیه‌ای و مقادیر متفاوت عناصر قابل دسترس بوته در بین تیمارهای اعمال شده باشد. اگر در طول مراحل رشد و نمو گیاه آب و عناصر غذایی به مقدار کافی و در زمان مورد نیاز در اختیار گیاه قرار گیرد، گیاه با جذب آنها و افزایش مقدار رشد رویشی خود، زمینه را برای رشد زایشی مناسب فراهم خواهد کرد و اجزای عملکرد مطلوبی بوجود می‌آورد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که تیمارهایی که از نظر تغذیه‌ای شرایط مطلوبی نداشته اند، تعداد غوزه کمتری در هر بوته تولید کرده‌اند.

صفاتی چون ارتفاع گیاه، ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی در گیاه، قطر غوزه، تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه و درصد روغن دانه از مهمترین صفات موثر بر عملکرد دانه گلرنگ می‌باشند (Choulwar et al., 2005)، زیرا همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه گلرنگ با این صفات دیده می‌شود (Camas et al., 2007). نتایج تحقیق Diaz و همکاران (٢٠٠٦) که به بررسی تلقیح گلرنگ با میکوریزا و استفاده از کودهای شیمیایی فسفر و نیتروژن در شرایط محدودیت رطوبت در یکسال و دو مکان مختلف در مکزیک پرداخته‌اند، اظهار کردند که اثر تلقیح با میکوریزا و مصرف کودهای شیمیایی در مکان دوم تفاوت معنی‌داری را در تعداد غوزه در بوته نشان داد، به طوری که تیمار (مصرف ١٠٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن+٦٠ کیلوگرم در هکتار فسفر) با میانگین ٢١ عدد و تیمار شاهد با میانگین ١٨ عدد بیشترین و کمترین تعداد غوزه در بوته را به خود

اختصاص دادند و تیمار تلقیح با میکوریزا با میانگین ۱۹/٦ عدد غوزه در بوته با تیمار برتر این آزمایش در یک گروه آماری قرار داشت. Fatih و Kucukler (۲۰۰٤) اظهار داشتند که اثر تاریخ کاشت و سطوح پتاسیم بر صفاتی چون تعداد غوزه در بوته و ارتفاع اولین شاخه فرعی در بوته معنی دار می‌باشد، همچنین بیشترین عملکرد دانه (۲۱۰٤ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تاریخ کاشت اول و کمترین عملکرد دانه (۸۵۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به سطح صفر مصرف پتاسیم می‌باشد. Ashkani و همکاران (۲۰۰۷) طی تحقیقی که بر روی هشت رقم گلرنگ بهاره انجام داده‌اند، بیان کردند که رقم نبراسکا با میانگین (۲۰/۸ عدد) و رقم RH410118 با میانگین (۱٤/۲ عدد) غوزه در بوته به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غوزه در بوته را به خود اختصاص دادند. در این مطالعه تعداد غوزه درگیاه دارای همبستگی (r=۰/۹٦**) مثبت و معنی‌دار با تعداد شاخه‌های فرعی بود. کاهش یا افزایش تعداد غوزه درگیاه را می‌توان مربوط به تغییر تعداد شاخه‌های جانبی دانست. این موضوع توسط Prasad و همکاران (۱۹۹۲) و باقری (۱۳۷٤) گزارش شده است.

مصرف مقادیر مختلف از کودهای نیتروژن و فسفر تفاوت معنی‌داری را از طریق ایجاد شرایط تغذیه‌ای بهتر بوته‌ها و ایجاد شرایط مناسب‌تری برای گرده افشانی موفق تعداد بیشتری از گل‌ها، زمینه را برای تولید تعداد دانه در غوزه فراهم نموده است، زیرا نیتروژن باعث افزایش سطح برگ گیاه و افزایش اسیمیلاسیون آن می‌شود و فسفر نیز باعث رشد و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه و افزایش موفقیت دانه‌های گرده در باروری گل‌ها می‌شود و نهایتاً موجب تولید بیشتر دانه در هر غوزه می‌شوند. نژاد شاملو (۱۳۷۵) همبستگی بین تعداد دانه در غوزه با عملکرد دانه را مثبت و بسیار بالا (r=۰/۹٤**) و همبستگی بین تعداد دانه در غوزه و تعداد غوزه در گیاه را منفی و معنی‌دار (r=۰/۸۰**) بیان نموده است. برزگر (۱۳۷۸) نیز همبستگی بین تعداد دانه در غوزه با تعداد غوزه در گیاه را منفی و معنی دار( r= -۰/۷۱**) گزارش کرد. Ashri و همکاران (۱۹۷٤) با ارزیابی تعداد زیادی از لاین‌های گلرنگ دریافت که در گلرنگ بین تعداد غوزه در گیاه و تعداد دانه در هر غوزه همبستگی منفی وجود دارد و میزان این همبستگی منفی در لاین‌های ایرانی بیشتر است.

با توجه به اینکه در این بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/٤۸**) بین وزن هزار دانه با درصد کلنی‌زاسیون قارچ میکوریزا وجود دارد و همچنین یکسان بودن شرایط آب و هوایی برای تمام تیمارها، احتمالاً تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با توسعه و فعالیت بیشتر سیستم ریشه‌ای گیاه ضمن جذب مقادیر بیشتری از عناصر غذایی، توانسته است در انتقال مواد غذایی از منابع (برگ‌ها) به مخازن (دانه‌ها)، موفق‌تر از سایر تیمارها عمل نموده است و بذرهایی با وزن هزار دانه بیشتر تولید کند. چنانچه مقادیر مناسب فسفر در دسترس بوته باشد، تاثیر بسیار مثبتی بر گسترش سیستم ریشه‌ای و مراحل مختلف فاز زایشی بوته خواهد داشت. از این رو تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با فراهم نمودن مقدار مناسبی از فسفر این وظیفه را به خوبی انجام داده است، ولی شاید وجود مقادیر فراوان فسفر در اطراف ریشه‌ها، اثر سوئی بر فعالیت قارچ میکوریزا گذاشته باشد و این قارچ نتوانسته با حداکثر کارایی خود عمل کند و از درصد موفقیت همزیستی آن با گیاه زراعی کاسته شده است.

برزگر (۱۳۷۸) اختلاف ارقام مورد بررسی خود را از نظر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار گزارش نمود. متوسط وزن هزار دانه ۳۹ گرم و ارقام زرقان-۲۷۹ و رقم J با ٤۱/۹ گرم بیشترین و رقم ورامین-۲۹۵ با ۳۵ گرم، کمترین وزن هزاردانه را داشتند. Ashri و همکاران (۱۹۷٤) در مطالعه کلکسیون جهانی گلرنگ متوسط وزن هزار دانه را ٤۱/۵۲ گرم ذکر کرده‌اند. محمدی نیکپور (۱۳۷٤) متوسط وزن هزار دانه رقم پاییزه ورامین در

شرایط مشهد را ۲۱/۵ گرم گزارش کرده است. براساس گزارش احمدی و امیدی (۱۳۷۳) در شرایط کرج متوسط وزن هزار دانه ارقام اراک-۲۸۱۱ و نبراسکا-۸۲۵ را به ترتیب ۳۳ و ٤٠ گرم بوده است. اختلاف در گزارش‌های فوق را می‌توان ناشی از تفاوت طول دوره پر شدن و شرایط آب و هوایی متفاوت در زمان اجرای آزمایش و غیره دانست. نتایج تحقیقات Camas و همکاران (۲۰۰۷) که بر روی سه رقم گلرنگ در پنج منطقه مختلف ترکیه در دو سال متوالی انجام شده است، نشان داد که از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری بین ارقام گلرنگ و مناطق مختلف کاشت وجود دارد، به طوری که رقم Dincer با میانگین ٤١/٨ گرم و رقم Yenice با میانگین ۳۲/۷ گرم، به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. همچنین ایشان اظهار کردند که همبستگی بین صفت وزن هزار دانه با صفات ارتفاع اولین شاخه فرعی از سطح زمین (r=۰/۲۳*)، قطر غوزه (r=۰/٤٧**)، تعداد دانه در غوزه (r=۰/۵۳**)، درصد روغن (r=۰/۲۹**)، عملکرد روغن دانه (r=۰/۳۹**) و عملکرد دانه (r=۰/٤۵**) مثبت و معنی دار بود. Ashkani و همکاران (۲۰۰۷) طی تحقیقی که بر روی هشت رقم گلرنگ بهاره انجام داده اند، بیان کردند که رقم UC-10 با میانگین (۳۷ گرم) و رقم اراک با میانگین (۳۰ گرم) به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را در بین ارقام گلرنگ مورد بررسی به خود اختصاص دادند. Diaz و همکاران (۲۰۰٦) که به بررسی تلقیح گلرنگ با میکوریزا و استفاده از کودهای شیمیایی فسفر و نیتروژن در شرایط محدودیت رطوبت در یکسال و دو مکان مختلف در مکزیک پرداخته‌اند، اظهار نمودند که اثر تلقیح با میکوریزا و مصرف کود های شیمیایی در مکان دوم کاشت تفاوت معنی‌داری را در وزن دانه‌ها در هر بوته نشان داد، به طوری که تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن +٦۰ کیلوگرم در هکتار فسفر با میانگین ۱۷/۳ گرم و تیمار شاهد با میانگین ١٤/٢ گرم بیشترین و کمترین وزن دانه در هر بوته را به خود اختصاص دادند و تیمار تلقیح با میکوریزا با میانگین ١٦ گرم دانه در هر بوته با تیمار برتر این آزمایش در یک گروه آماری قرار دارد، ولی در این آزمایش اثر تلقیح با میکوریزا بر وزن دانه‌ها در هر بوته، در بین ارقام مورد بررسی معنی‌دار نبود.

بنابراین می‌توان گفت که تلقیح بوته‌ها با ازتوباکتر و میکوریزا نتوانسته تفاوت معنی‌داری را در وزن هکتولیتر دانه‌ها بوجود بیاورد، ولی مصرف مقادیر مختلف از مخلوط کودهای نیتروژن و فسفر تفاوت معنی‌داری را از طریق تغذیه بهتر بوته‌ها و انتقال مقادیر بیشتری از مواد فتوسنتزی به دانه‌ها را باعث شده و در نهایت دانه‌هایی با وزن هزار دانه و وزن هکتولیتری بیشتری تولید شده است. البته باید به ارتباط تنگاتنگ اجزای عملکرد دانه در بوته نیز توجه داشت، به طوری که مثلاً چنانچه تعداد شاخه‌های، تعداد غوزه در بوته و تعداد دانه در غوزه در تیماری بالا باشد در آن صورت وزن هکتولیتر حتماً کاهش خواهد یافت، زیرا مواد فتوسنتزی بین تعداد بیشتری از دانه‌ها تقسیم می‌شود و وزن هزار دانه و هکتولیتر کمتری بدست می‌آید. به نظر می‌رسد علت اینکه بیشترین وزن هکتولیتر مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن و فسفر می‌باشد، این است که این تیمار در بین سایر تیمارها، کمترین تعداد غوزه در بوته و دانه در غوزه را دارد، بنابراین مواد فتوسنتزی بین تعداد دانه کمتری تقسیم شده و وزن هکتولیتر این تیمار بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. در بین اثرات متقابل دوگانه بین ازتوباکتر + سطوح کودی، تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ عدم مصرف فسفر و نیتروژن) با میانگین ٦٨/٩٦ کیلوگرم در صد لیتر و تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین ٦۵/۰١ کیلوگرم در صد لیتر به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هکتو لیتر دانه را در بین سایر تیمارها داشتند.

طی تحقیقی Ashkani و همکاران (۲۰۰۷) که بر روی هشت رقم گلرنگ بهاره انجام داده اند، اظهار نمودند که، رقم UC-10 با میانگین ۳۲۵۳ کیلوگرم و رقم

RH410118 با میانگین ۱۷۲٤ کیلوگرم به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه را در بین سایر ارقام به خود اختصاص دادند. نتایج تحقیقات Camas و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری بین ارقام گلرنگ و مناطق مختلف کاشت وجود دارد، به طوری که رقم Remzibey با میانگین ۱٦۸٤ و رقم Yenice با میانگین ۱۳٤۸ کیلو گرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. همچنین ایشان اظهار کردند که همبستگی بین صفت عملکرد دانه با صفات تعداد شاخه فرعی در گیاه (r=۰/٤۹**)، قطر غوزه (r=۰/۳۳**)، تعداد دانه در غوزه (r=۰/٦۷**)، وزن هزار دانه (r=۰/٤٥**)، درصد روغن دانه (r=۰/٥۱**) و عملکرد روغن (r=۰/۹٥**) مثبت و معنی‌دار بود. Diaz و همکاران (۲۰۰٦) اظهار نمودند که اثر تلقیح با میکوریزا و مصرف کود های شیمیایی در مکان دوم کاشت تفاوت معنی‌داری را در عملکرد دانه نشان داد، به طوری که تیمار (مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن +٦۰ کیلوگرم در هکتار فسفر) با میانگین ۱۱٥٦ و تیمار شاهد با میانگین ۹٦۸ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند و تیمار تلقیح با میکوریزا با میانگین ۱۱۳۷ کیلوگرم در هکتار با تیمار برتر این آزمایش در یک گروه آماری قرار داشت، ولی در این آزمایش اثر تلقیح با میکوریزا بر عملکرد دانه، در بین ارقام مورد بررسی تفاوت معنی داری مشاهده نشد. نتایج بررسی‌های محققان مختلف نشان می‌دهد که عملکرد دانه گلرنگ در شرایط مختلف تولید از ۱۱٦۸ کیلوگرم در هکتار تا ۳۳۲٥ کیلو گرم در هکتار متفاوت است (Dadashi and Khajepour, 2004; Eslam, 2004; Ozel et al., 2004; Azari and Khajepour, 2005; More et al., 2005).

## نتیجه‌گیری نهایی

نتایج نشان داد که باکتری آزادزی ازتوباکتر با افزایش فعالیت خود توانسته است، مقادیر بیشتری از نیتروژن را برای تغذیه بوته‌ها در محیط ریشه فراهم نماید، ولی کاربرد قارچ میکوریزا نتوانست تفاوت معنی‌داری را در عملکرد دانه بوجود آورد، که به نظر می‌رسد: تداخل فعالیت سویه‌های میکوریزای بومی موجود در خاک مزرعه با سویه بکار برده شده در این آزمایش، فراهم شدن مقادیر مناسب فسفر در خاک از طریق مصرف سطوح کود شیمیایی فسفر و تاثیر متقابل آن با شدت فعالیت میکوریزا، زیرا طبق جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی، با افزایش مصرف کود شیمیایی فسفر مقدار عملکرد دانه به همان نسبت افزایش نیافته و در بین سطوح کود فسفر، بیشترین عملکرد دانه مربوط به سطح سوم مصرف کود می‌باشد. همچنین نقصان مواد آلی در خاک مزرعه و تاثیر منفی بر فعالیت میکروارگانیسم‌های تلقیح شده، علاوه بر آن مدت زمان کوتاهی که از شروع همزیستی تا زمان اوج فعالیت، در اختیار قارچ‌های میکوریزا بوده است (معمولاً اثربخشی تلقیح گیاهان با میکروارگانیسم‌ها در کشت‌های پاییزه بیشتر از بهاره می‌باشد)، به طور کلی می‌توان گفت هر چقدر از شرایط فعالیت بهینه، که برای اثربخشی مناسب میکوریزا ضروریست، فاصله داشته باشیم، میکوریزا حتی می‌تواند از حالت همزیستی مفید به سمت همزیستی انگلی و مضر گرایش پیدا کند و باعث کاهش عملکرد دانه گردد. اثر مصرف سطوح مختلف مخلوط کود نیتروژن و فسفر نیز تفاوت چشمگیر عملکرد دانه را در مقادیر مختلف این عناصر را نشان داد. علیرغم اینکه اثر متقابل سه گانه تلقیح با ازتوباکتر * میکوریزا * مصرف کودهای نیتروژن و فسفر بر عملکرد دانه معنی دار نشده است، ولی از بین کلیه تیمارهای اعمال شده، تیمار (عدم تلقیح با ازتوباکتر+ تلقیح با میکوریزا + مصرف ۷٥ کیلوگرم فسفر + ۱٥۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با میانگین ۱٥٥٦ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کرده است. در این بررسی طبق محاسبات انجام شده می‌توان گفت که تلقیح بوته گلرنگ بهاره، با باکتری آزاد زی ازتوباکتر و قارچ همزیست میکوریزا باعث افزایش حدود ٥/۱٥ درصدی عملکرد دانه شده است. بنابراین با صرف هزینه کمی که

برای تهیه و تلقیح بذور با ازتوباکتر و میکوریزا لازم است و همچنین سهولت کاشت بذور گلرنگ آغشته شده با این عوامل بیولوژیک، به نظر می‌رسد که استفاده از این کودهای بیولوژیکی باعث افزایش عملکرد دانه، افزایش مقاومت گیاهان در برابر عوامل نامساعد محیطی و ارتقاء کیفیت محصولات زراعی نیز خواهد شد.

**سپاسگزاری**

بدینوسیله از همکاری صمیمانه ریاست، معاونین، اعضاء هیات علمی و پرسنل دانشگاه آزاد واحد فراهان و مؤسسه تحقیقات آب و خاک کشور که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

**منابع**

**احمدی، م.ر. و امیدی، ا.ح. (۱۳۷۳).** بررسی عملکرد دانه و تأثیر زمان برداشت بر میزان روغن ارقام بهاره و پاییزه گلرنگ. موسسه تحقیقات اصلاح، تهیه نهال و بذر کرج.

**باقری، م. (۱۳۷٤).** اثرات تاریخ کاشت برعملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه صنعتی اصفهان.

**برزگر، ا.ب. (۱۳۷۸).** بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و الگوی توزیع آن در گلرنگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد واحد خوراسگان اصفهان.

**فروزان، ک. (۱۳۷۸).** گلرنگ. شرکت دانه‌های روغنی. صفحه ۱۵۱.

**محمدی نیکپور، ع.ر. (۱۳۷٤).** اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در منطقه مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

**نژادشاملو، ع.ر. (۱۳۷۵).** بررسی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و عملکرد ارقام گلرنگ بهاره در اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد واحد خوراسگان اصفهان.

**Abdel, F.G. and Mohamedin, A.H. (2000).** Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and streptomyces and their effects on sorghum plants. Biology and Fertility of Soils, 32(5): 401-409.

**Ashkani, J., Pakniyat, H., Emam, Y., Assad, M.T. and Bahrani, M.J. (2007).** The evaluation and relationship of some physiological traits in spring safflower (*Carthamus tintorius*) under stress and non-stress water regimes. Journal of Agricultural Science and Technol, 9: 267-277.

**Ashri, A., Zimmer, D.E., Urie, A.L., Cahaner, A. and Marni, A. (1974).** Evalute of the world collection of safflower, yield and yield components and their relationship. Corp Science, 14: 799 – 802

**Azari, A. and Khajepour, M.R. (2005).** Effects of planting pattern on development, growth, yieldcomponents and seed and petal yield of safflower in summer planting, local variety of Isfahan, Koseh. Journal of Science and Technology of Agricultural Natural Researches, (9): 131-142.

**Behl, R.K., Sharma, H., Kumar, V. and Singh, K.P. (2003).** Effect of dual inoculation of mycorrhiza and Azotobacter on above flag leaf characters in wheat. Archive of Agronomy and Soil Science, 49(1): 25 – 31.

**Bryla, D.R. and Duniway, J.M. (1997).** Water uptake by safflower and wheat roots infected with arbuscular mycorrhiza fungi. The New Phytologist. 136: 591-561.

**Camas, N., Cirak, C. and Esendal, E. (2007).** Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tintorius*) grown in Northen Turkey condition. Journal of Faculty Agriculture, OMU, 22(1): 98-104.

**Choulwar, S.B., Dhutmal, R.R., Madrapa, I.A. and Joshi, B.M. (2005).** Genetic variability for yield and yield related traits in $F_2$ population of safflower. Journal of Maharashtra Agriculture Universities, 30: 114-116.

**Dadashi, N. and Khajepour, M.R. (2004).**Effects of planting date and cultivar on growth, yield components and seed yield of safflower in Isfahan. Journal of Science and Technology of Agricultural Natural Researches, 8: 95-112.

**Deepali, P., Singh Namita Kashyap, J.P. and Dwivedi, G.K. (2003).** Response of vascular arbescular mycorrhiza (VAM), rhizobium and phosphorus sources on nodulation, growth and yield of pea variety. Crop Researches, 25 (2): 333 – 336

**Diaz, F.A., Garza, I. and Ortegon, A.S. (2006).** Biofertilization of safflower (*Carthamus tintorius*) under limited humidity conditions, 29(2): 175-180.

**Diaz, F.A. and Garza, I. (2007).** Growth of sorghum and safflower genotypes associated with arbuscular mycorrhizal colonization in low fertility soil. Universidad Ciencia, 23(1): 15-20.

**Esendal, E. (2001).** Safflower production and research in Turkey. V$^{th}$ International Safflower Conference, Williston, North Dokota, Sidney, Montana, USA, July 23-27. pp. 203-206.

**Eslam, B.P. (2004).** An evaluation of yield and yield components in new spineless genotypes of safflower. Iranin Journal of Agricultural Science, 35: 869-874.

**Espinosa, V.D., Gonzalez, M.D., Plascencia, P.J. and Garcia, E.R. (2004).** Reduccion de la incidencia de phytophthora capsicileo en el sistema radical de plantulas de chile pre-micorrizadas con *Glomus intraradices* Terra Latinoamer, 22(3): 317-326.

**Fatih, K. and Kucukler, A.H. (2004).** Different Planting Date and Potassium Fertility Effects on Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Yield and Plant Characteristics.Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, Diyarbakır, 13-17 Ekim, pp: 468-472.

**Gonzalez, C.M., Gutierrez, C.M. and Wright, S. (2004).** Hongos mycorrizicos arbusculares en la agregaciondel suelo y su estabilidad. Terra Latinoamer, 22(4): 507-514.

**Ibrahim, M.A., Campbell, W.F., Rupp, L.A. and Allen, E.B. (1990).** Effects of mycorrhizae on sorghum growth, photosynthesis and stomatal conductance under drought conditions. Soil Res. Researche, 4(2): 99-107.

**Koutroubas, S.D. and Papadoska, D.K. (2004)** .Adaptation, grain yield and oil content of safflower in Greece. VI$^{th}$ International Safflower Conference, pp: 161-167.

**Koutroubas, S.D., Papadoska, D.K. and Doitsinis, A. (2005).** Cultivar and Seasonal effects on the contribution of pre-anthesis assimilates to safflower yield. Field Crops Research, 90:263-274.

**Lal, L. (2000).** Phosphatic biofertilizer.Agrotech Publishing Academy p.224.

**Landau, S., Molle, G., Foisb, N., Friedman, S., Barkai, D., Decandia, M., Cabiddu, A., Dvasha, L. and Sitzia, M. (2005).** Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as a novel pasture species for dairy sheep in the Mediterranean condition of Sardinia and Israel. Small Ruminant Research, 59: 239-249.

**More, S.D., Hangarge, D.S. and Raghavaiah, C.V. (2005).** Evaluation of management technology and genotypes for optimization of safflower, (*Carthamus tinctorius* L.) production under saline condition. Jornal of Oilseed Researche, 22: 86-89.

**Osorio, J., Fernandez-Martinez, J., Mancha, M. and Garces, R. (1995).** Muntana Safflower with high concentration of saturation fatty acids in the oil. Crop Science, 35: 739-742.

**Ozel, A., Demirbilek, T., Gur, A. M. and Copur, O. (2004).** Effects of different sowing date and intrarow spacing on yield and some traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Harran Plains arid condition. Turkish Journal of Agricultural Forestry, 28: 413-419.

**Prasad, S., Agrowal, R.K. and Chaudhary, B.K. (1992).** Correlation and path coefficient studies in safflower hybrid. Third International Safflower Conf. Beiging. China. pp. 69-75.

**Rahamatalla, A.B., Babiker, E.E., Krishna, A.G. and ElTinay, A.H. (2001).** Changes in fatty acids composition during seed growth and physiocochemical characterstics of oil extracted from four safflower cultivars. Plant Food for Human Nutrition, 56: 385-395.

**Smith, V.H. and Jimmerson, J. (2005).** Briefing Safflower, No 58.

**Velasco, L. and Fernandez-Martinez, J. (2001).** Breeding for oil qulity in safflower. (ed. Bergman JW, Mundel HH), pp: 133-137. Proceedings of the 5$^{th}$ International Safflower Confrence. Williston, North Dakota and Sidney, Montana, USA.