تأثیر مقادیر و منابع آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان روغنی

علی زینالی[۱]، فرزاد جلیلی[۲] و ابراهیم ولیزادگان[۳]

چکیده

به منظور بررسی تاثیر مقادیر و منابع آهن بر عملکرد و اجزای آفتابگردان روغنی رقم فرخ، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان خوی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار در ۳ تکرار اجرا شد. در این تحقیق تیمارها شامل **T1**: شاهد(عدم مصرف)، **T2**: مصرف خاکی کلات آهن به مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار، **T3**: محلول پاشی کلات آهن با غلظت ۵ در هزار در دو مرحله، **T4**: محلول پاشی کلات آهن با غلظت ۱۰در هزار، T_5: مصرف خاکی سولفات آهن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، **T6**: محلول پاشی سولفات آهن با غلظت ۵ در هزار، **T7**: مصرف خاکی سولفات آهن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار همراه با محلول پاشی سولفات آهن با غلظت ۵ درهزار، **T8**: مصرف خاکی سولفات آهن به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار همراه با محلول پاشی کلات آهن با غلظت۵ در هزار بود. تجزیه واریانس صفات مشخص کرد بین تیمارهای مختلف از لحاظ صفاتی مثل ارتفاع بوته، درصد سبزینگی، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، قطر منطقه پوکی، درصد روغن و عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بیشترین درصد روغن(٤٠/٢٤٧) و تعداد دانه در طبق (٦٩٦) و درصد سبزینگی (٤٢/٨٥) از تیمار **T3** با محلول پاشی کلات آهن به میزان ۵ در هزار به دست آمد و بیشترین عملکرد دانه (۳۵۱/۳ گرم درمترمربع) از تیمار T_4 با محلول پاشی کلات آهن با غلظت ۱۰ در هزار و بیشترین وزن هزار دانه (٦٢/٥ گرم) از تیمار **T8** با مصرف خاکی سولفات آهن به مقدار ۵۰ کیلو گرم در هکتار همراه با محلول پاشی کلات آهن به مقدار ۵ در هزار بدست آمد. همچنین بیشترین منطقه پوکی مربوط به تیمار **T1** (عدم مصرف آهن) با ٣٤/١٠٧ میلی‌متر و کمترین آن مربوط به تیمار **T4** با محلول پاشی کلات آهن به مقدار ۱۰در هزار (۲۵/۱۰) بدست آمد. درحالت کلی اکثر تیمارهای محلول پاشی آهن نسبت به تیمارهای مصرف خاکی و عدم مصرف آهن در گروه آماری بالاتر قرار گرفتند، بنابراین جهت رسیدن به عملکرد بالا و ارتقاء کیفیت آفتابگردان، مصرف آهن توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی : سبزینگی، عملکرد بیولوژیک، کلات آهن، محلول پاشی.

تاریخ وصول: ۱۳۹۷/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۳۰

[۱] – دانش آموخته گروه کشاورزی – زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی – ایران.

[۲] – عضو هیات علمی گروه کشاورزی – زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی – ایران. (نویسنده مسئول)

farjalili@ yahoo.com

[۳] – عضو هیات علمی گروه کشاورزی – زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی – ایران.

مقدّمه

آفتابگردان(*Helianthus annuus* L.) یکی از گیاهان مهّم روغنی در ایران بوده که به دلیل مقاوم بودن در برابر خشکی، سازگاربودن با شرایط آب و هوایی مختلف کشور و بالا بودن کیفیت روغن، سالانه بالغ بر ۱۲۰ هزار هکتار از اراضی کشور را به کشت خود اختصاص می دهد(Barmaki et al., 2009). در گذشته نیاز بالای آفتابگردان به عناصر غذایی در بسیاری از خاک‌های کشور تأمین نمی‌شد، لذا همیشه رشد و عملکرد این گیاه محدود بود. مصرف بهینه کود در گیاهان روغنی ضمن افزایش عملکرد دانه سبب افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی، بهبود فعالیت‌های زیستی خاک، زودرسی محصول، کاهش سمّیت و غلظت آلاینده‌هایی نظیر کادمیم در دانه و افزایش راندمان مصرف آب می‌شود(Malakouti, 2004). یکی از عوامل مهّم در کاهش عملکرد و کیفیت محصولات در مناطق خشک و نیمه خشک، پایین بودن کارایی جذب عناصر غذایی است. لذا، برای استفاده بهینه از کودهای شیمیایی در این مناطق، مصرف کودها از طریق محلول‌پاشی بایستی در اولویت قرار گیرد(Malakoti and Tahrani, 2001).

با نگاهی به تعریف امنیت غذایی (اطمینان از دسترسی همه مردم به غذایی کافی، سالم و مغذی در تمام اوقات به منظور داشتن زندگی سالم و فعال) بدیهی است که وزارت جهاد کشاورزی مسئولیت تأمین امنیت غذایی کشور را به عهده دارد. ولی در عمل، مدیریت مناسبی در راستای تحقق این هدف مهم اعمال نمی شود. در حال حاضر در اکثر محصولات کشاورزی از جمله گندم، تجمع آلاینده‌هایی نظیر نیترات و کادمیم به دلیل استمرار مصرف نامتعادل کودها که از دید مصرف کنندگان به دور مانده، بسیار بیشتر از حدّ مجاز است(Malakoti and Sepehr, 2004).

با وجود آن‌که آهن فراوان ترین عنصر کم مصرف در پوسته‌ی زمین است ولی بیشترین محدودیت را برای تولید محصولات کشاورزی در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک سبب شده است. قلیایی بودن، فزونی آهک، کمبود ماده آلی، آبیاری سنگین، تراکم خاک و نیز تهویه‌ی ضعیف خاک از عوامل کمبود آهن قابل دسترس در خاکهای آهکی است(Fageria et al., 2002; Li et al., 2005). آهن برای انجام بسیاری از فعالیت‌های سوخت و ساز گیاه، مورد نیاز است(Heit holt et al., 2003).

یکی از راههای تأمین آهن مورد نیاز گیاه محلول پاشی سولفات آهن است. محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف مثل روی، بور، مس، آهن و منگنز در شرایط خاک های آهکی ایران نسبت به مصرف خاکی آن‌ها مناسب‌تر است. از مزایای محلول‌پاشی می‌توان برطرف کردن

سریع کمبود، آسان‌تر بودن اجرای آن، کاهش سمیت ناشی از تجمع این عناصر در خاک و جلوگیری از تثبیت آن‌ها در خاک را نام برد(Said and Abeer 2010). محلول‌پاشی کودهای مایع و تغذیه برگی یکی از روش‌های کارآمد کوددهی است که عناصر غذایی را در اسرع وقت و بطور مستقیم در اختیار شاخ و برگ و میوه قرار می‌دهد(Li et al., 2005). میرزاپور و همکاران(Mirzapoor et al., 2005) در پژوهش بررسی تاثیر کوددهی آهن بر عملکرد گیاه آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که مصرف خاکی ۲۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترن آهن تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و مقدار روغن دانه آفتابگردان در خاک شورو آهکی داشته و با مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترن آهن قطر طبق و وزن هزار دانه افزایش ولی ارتفاع گیاه کاهش نشان داد. هم چنین در این آزمایش، تغذیه برگی سولفات آهن به غلظت ۵ در هزار، در مرحله ۱۰ برگی و غنچه دهی، تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک شاخساره و عملکرد دانه نداشته است. ترابیان و زاهدی(Torabiam and Zahedi, 2013) در بررسی تغذیه برگی سولفات آهن بر رشد ارقام آفتابگردان تحت تش شوری به این نتیجه رسید که محلول پاشی سولفات آهن سبب افزایش ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، کارایی فتوشیمیایی، محتوای کلروفیل و غلظت آهن در اندام هوایی و کاهش غلظت سدیم می‌شود. ابراهیمیان و همکاران(Ebrahimian et al.,2011) در بررسی کودپاشی برگی آهن بر روی آفتابگردان تحت رژیم‌های مختلف آبیاری به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی باعث کاهش رشد رویشی، عملکرد دانه و روغن می‌شود در حالی‌که کودپاشی برگی آهن بصورت سولفات آهن ٤ در هزار بطور معنی‌داری سبب بهبود تولید ماده خشک و در نهایت افزایش عملکرد دانه و روغن می‌شود و محلول پاشی آهن تحت شرایط نرمال و تنش نقش مهمی در تولید دانه و روغن داشته است.

کودهای حاوی آهن بصورت کلات‌های آهن یا سولفات آهن برای تأمین آهن مورد نیاز گیاهان می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند که به روش‌های مصرف خاکی و محلول‌پاشی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. احتمالاً تمامی خاک‌ها، حاوی آهن کافی می‌باشند ولی حلّالیت آن با توجه به اینکه به pH خاک بستگی دارد، ممکن است به قدری کم باشد که کمبود آهن بروز نماید. به همین منظور، بررسی اثر منابع و روش‌های مصرف آهن بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان ضروری می‌باشد. با توجه به اینکه کشت آفتابگردان در شهرستان خوی کشت غالب می‌باشد، با ارائه و پیشنهاد بهترین روش تامین آهن مورد نیاز آفتابگردان به کشاورزان، قدم مهمی در بالا بردن تولید برداشته خواهد شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان خوی با مختصات جغرافیایی با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۲ دقیقه و ۱۹ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ٤٤ درجه و ۵۸ دقیقه و ۲۷ ثانیه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۰۳ متر، اجرا شد. طبق تقسیم بندی کوپن، این ایستگاه دارای اقلیم نیمه خشک با تابستان های خشک می‌باشد. متوسط بارندگی در پنجاه سال اخیر۲۸٦/۳ میلی متر و متوسط درجه حرارت منطقه حدود ۱۲/٤ درجه سلسیوس است.

جدول ۱- نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

Table 1-Phisicochemical properties of the studied soil

هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته گل اشباع (pH)	مواد خنثی شونده کل (%T.N.V.)	رطوبت اشباع (%SP)	کربن آلی (%O.C)	فسفر قابل جذب P(ppm)	پتاسیم قابل جذب K(ppm)	منگنز (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	بافت خاک: درصد رس (%Clay)	بافت خاک: درصد لای (% Silt)	بافت خاک: درصد شن (% Sand)
0.8	7.8	10.4	46	0.87	9.4	361	6.3	0.46	4.9	46	36	18

در این تحقیق از رقم فرخ استفاده شد. رقم فرخ، آفتابگردان هیبرید سینگل کراس زودرس بوده و مناطق مناسب کشت برای این رقم ، کشت اول در مناطق سرد معتدل آذربایجان غربی و شرقی، زنجان، کرمانشاه و کشت دوم بعد از برداشت غلات در استان های مرکزی کشور و همچنین برخی مناطق دیم استان گلستان و مازندران توصیه گردیده است. عملکرد هیبرید فرخ با عملکرد هیبرید مشابه وارداتی رایج به عنوان زودرس‌ترین رقم هیبرید آفتابگردان ، قابل رقابت می‌باشد(Ghafari, 2006).

آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و با ۸ تیمار و در مجموع ۲٤ کرت اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از:

T_1: شاهد (عدم مصرف)، T2: مصرف خاکی کلات آهن به مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار، T3: محلول پاشی کلات آهن در دو مرحله (R5وR8) به مقدار ۵ درهزار، T4: محلول پاشی کلات آهن در مرحله (R5) به مقدار ۱۰در هزار، T5: مصرف خاکی سولفات آهن به مقدار ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار، T6 : محلول پاشی سولفات آهن در دو مرحله (R5وR8) به مقدار ۵ در هزار، T7: مصرف خاکی سولفات آهن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و محلول پاشی سولفات آهن به مقدار ۵در هزار (R5)، T8: مصرف خاکی سولفات

آهن به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار و محلول پاشی کلات آهن با غلظت ۵ در هزار در مرحله (R5).

مصرف خاکی در کل تیمارها در زمان کاشت بذر در میانه پشته و در یک مرحله انجام گرفت و محلول پاشی در تیمارهای مدنظر در (تیمارهای T3و T6) در دو مرحله (R5) و R8) انجام گرفت.

هر کرت دارای ٤ ردیف کاشت بصورت جوی و پشته با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر بود. ابعاد کرت ها ٤×٤ متر بود. بذور با فاصله ۲۵ سانتی‌متر از هم در عمق ۵ سانتی‌متر و با تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار کشت گردید.

کود دهی قبل از کاشت و براساس نتایج آزمون تجزیهٔ خاک انجام گرفت. تمام کود فسفاته و یک سوم کود اوره قبل از کاشت و بقیه به نسبت مساوی در دو مرحله۸-٦ برگی(همزمان با تنک کردن) و شروع غنچه‌دهی(مرحله ستاره سو شدن) به صورت سرک مصرف شد. مبارزه با علف های هرز بعد از کاشت با دست انجام گرفت. آبیاری به صورت جوی و پشته و به روش سیفونی انجام شد. جهت به حداقل رسیدن نفوذ آب به کرت های مجاور، دیوارهٔ نهرها کوبیده شد. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، میزان سبزینگی، تعداد دانه در طبق، قطر منطقه پوکی، وزن هزار دانه عملکر دانه و بیولوژیک و درصد روغن دانه بود. اعداد بدست آمده از آزمایش با استفاده از نرم افزار آماریMSTAT-C تجزیه واریانس گردید و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

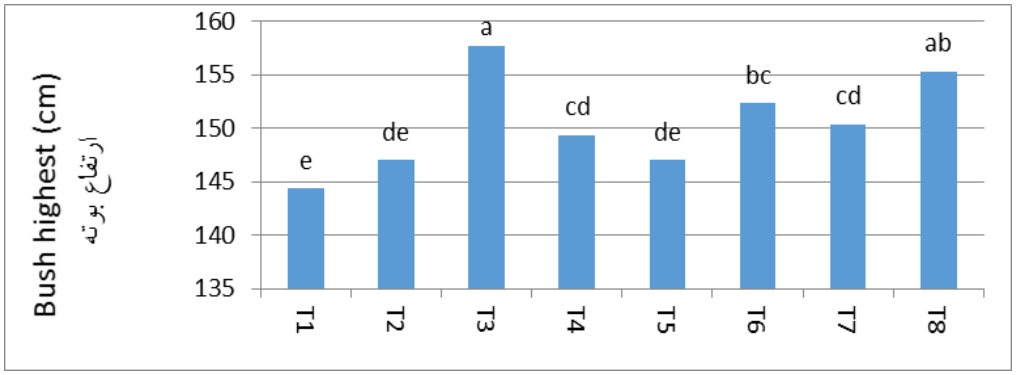
نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر تیمارهای مختلف آزمایش در سطح احتمال آماری ۱٪ بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد(جدول۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد (شکل۱) که تیمارT_3،(محلول‌پاشی کلات آهن در دو مرحله) بیشترین اثر را بر ارتفاع بوته(۱۵۷/۷ سانتی‌متر) داشته است. هم‌چنین بعد از تیمار T_3 ، تیمار T_8(محلول‌پاشی کلات آهن همراه با مصرف خاکی سولفات آهن) برارتفاع بوته اثر بیشتری داشته است. بطور کلی تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد بر ارتفاع بوته اثر معنی‌داری داشته است. میانگین تیمارهای T_6و T_7نشان می‌دهد که مصرف خاکی سولفات آهن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار T_7، تاثیری در افزایش ارتفاع بوته نداشته است و همین موضوع سبب افزایش هزینهٔ تولید آفتابگردان خواهد شد. در مقایسه دو تیمار T5و T4 در تیمار T4مربوط به محلول پاشی کلات آهن نسبت به مصرف خاکی سولفات آهن ،افزایش ارتفاع بیشتری مشاهده شد. از مقایسهٔ میانگین

دو تیمار T4و T2 چنین استنباط می‌گردد که تیمار مربوط به محلول پاشی کلات آهن(T4) نسبت به مصرف خاکی آن با همان غلظت ارتفاع بوته را تا حدودی افزایش داد، که این مورد هم اثرات مثبت محلول‌پاشی برگی را نشان می‌دهد. مقایسهٔ میانگین دو تیمار T4و T3 هم نشان داد که تغذیهٔ برگی کلات آهن با غلظت کم، اما با دفعات بیشتر نسبت به مصرف خاکی می‌تواند در افزایش ارتفاع بوته مؤثرتر باشد.

میرزا پور و خوش گفتارمنش(Mirzapoor and Khoshgoftarmanesh, 2008) طی آزمایشی روی آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که مصرف خاکی آهن در سال اول ارتفاع بوته را کاهش داده و در سال دوم تأثیری بر ارتفاع بوته نداشته. تغذیه برگی آهن هم در سال دوم تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشته ولی در سال اول سبب کاهش معنی‌دار آن گردید.



شکل ۱- اثر تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته

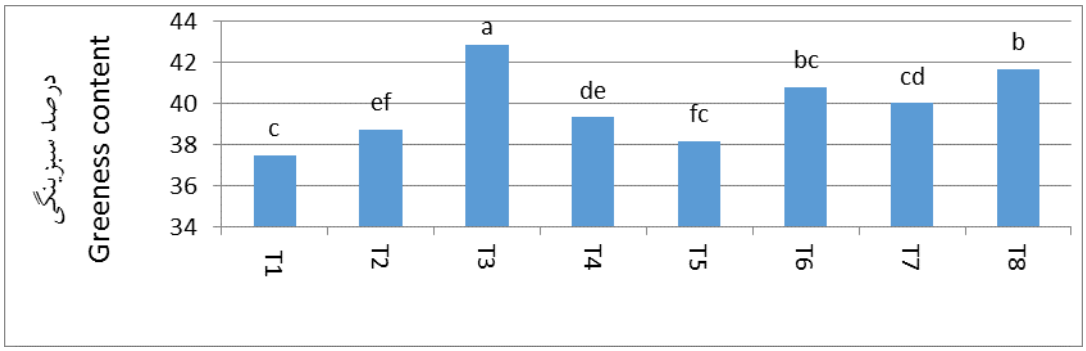
Figure1- The effect of fertilizer treatments on plant height

درصد سبزینگی

تیمارهای مختلف آزمایشی از نظر تأثیر بر درصد سبزینگی، در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی‌دار بود.(جدول۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد(شکل۲) که تیمار T3 با ٤٢/٨٥ درصد بیشترین سبزینگی را به خود اختصاص داده است. در مقایسه دو تیمار T6 و T7 می‌توان نتیجه گرفت که در تیمارT7 علاوه بر محلول پاشی با مصرف خاکی سولفات آهن به میزان ۱۰۰Kg/ha، میزان سبزینگی کاهش یافته است و مصرف اضافی کود سولفات آهن سبب افزایش هزینهٔ تولید می شود. مقایسه دو تیمار T3و T4 که هر دو مربوط به محلول پاشی کود کلات آهن با مقادیر متفاوت بوده، می‌توان نتیجه گرفت با افزایش غلظت محلول پاشی کود کلات آهن به نسبت ۱۰ در هزار درصد سبزینگی کاهش نشان داده است. این طور احتمال داده می‌شود که مصرف مقادیر بالای

آهن به علت ایجاد اثرات اسمزی باعث سوختگی سطح برگ و در نتیجه کاهش میزان سبزینگی شده است. در مقایسه دو تیمار T4 و T3 با T2 نیز می‌توان نتیجه گرفت که محلول پاشی دو مرحله‌ایی کلات آهن نسبت به مصرف خاکی آن از درصد سبزینگی بیشتری برخوردار بوده است. کلیه تیمارها نسبت به تیمار شاهد از سبزینگی بیشتری برخوردار بودند. ملکوتی و همکاران(Malakouti et al., 2003) معتقدند که کمبود آهن به مکانیسم تولید کلروفیل آسیب می رساند زیرا معلوم شده است که مقدار کلروفیل گیاهان به در دسترس بودن مداوم آهن بستگی دارد. مقدار آهن در رابطه با مقادیر سایر عناصر در بسیاری از موارد همان قدر مهم و یا حتّی مهم تر از مقدار مطلق این عنصر در بافت گیاهی است. آهن به عنوان یک عامل کمکی برای فعال کردن آنزیم ردوکتاز به کار می‌رود. میرزاپور و همکاران (Mirzapour and Khoshgoftarmanesh, 2008) در بررسی تأثیر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف روی آفتابگردان نشان دادند که بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار محلول‌پاشی آهن می‌باشد که این عکس العمل نقش آهن را در افزایش میزان کلروفیل نشان می‌دهد که به دنبال آن فتوسنتز گیاه افزایش یافته و در نتیجه منجر به افزایش بیشتر شاخص سطح برگ می گردد. ماریوتی و همکاران(Maryoti et al., 1996) در آزمایشات گلدانی بر روی ذرّت و آفتابگردان نشان دادند که کمبود آهن سطح برگ، درصد سبزینگی و میزان کلروفیل را کاهش می‌دهد.

ملکوتی(Malakouti, 2003) معتقد است که در ساخت کلروفیل ابتدا ترکیبات«هم» ساخته می شود که مولکول آن کاملاً شبیه مولکول کلروفیل است با این فرق که بجای منیزیم در هسته مرکزی آن آهن نشسته است. جابجایی آنزیمی این دو فلز ،کلروفیل را می‌سازد به همین دلیل کمبود آهن باعث زردی و پیری زودرس و کاهش عملکرد می شود.



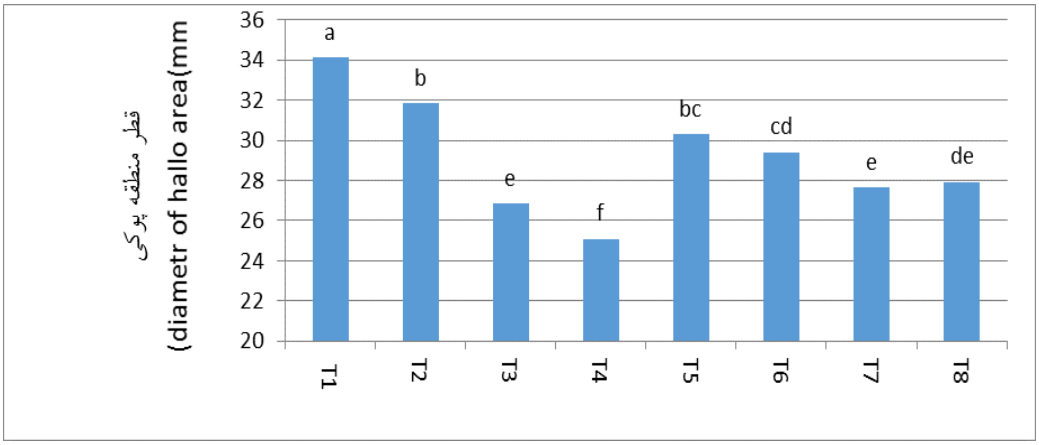
شکل ۲- اثر تیمارهای کودی بر درصد سبزینگی

Figure2- The effect of fertilizer treatments on greeness content

قطر منطقه پوکی

پوکی دانه ازعلل اصلی کاهش عملکرد دانه آفتابگردان است. نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که بین تیمارهای آزمایش از نظر قطر منطقه پوکی اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت(جدول۱). مقایسه میانگین تیمارها (شکل۳) نشان داد که بالاترین قطرمنطقه پوکی مربوط به تیمار عدم مصرف کود(T1) و پایین‌ترین آن مربوط به تیمار محلول پاشی کلات آهن به میزان ۱۰ درهزار(T4) بود. همچنین تیمارهای T8و T7 در یک گروه آماری قرار گرفتند یعنی بین محلول پاشی دو نوع کود سولفات آهن و کلات آهن اختلاف معنی‌دار آماری از نظر تأثیر بر قطر منطقه پوکی وجود نداشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها، حاکی از اثرات مثبت مصرف کود آهن بویژه به روش محلول پاشی در کاهش قطر منطقه پوکی طبق بود بطوری‌که این کاهش در تمام تیمارها قابل مشاهده بود. دین دوست و همکاران(Dindoost et al., 2007) به این نتیجه رسیدند که آبیاری کامل و محلول پاشی عناصر روی، آهن و منگنز در دو مرحله ظهور طبق و گرده افشانی اثر معنی‌داری بر کاهش درصد پوکی داشته است. همچنین برمکی و همکاران(Barmaki et al., 2009) در آزمایش روی آفتابگردان روغنی دریافتند که محلول پاشی‌روی، آهن و بور باعث می شود که درصد پوکی کاهش پیدا کند. مرندی و همکاران(Marandi et al., 2012) نیز در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که مصرف عناصر کم‌مصرف دارای اثر معنی‌داری بر میزان پوکی دانه‌ها می‌باشد. گزارش شده است که غلظت مناسب عناصر کم‌مصرف در عصاره گیاهی از سقط بیش از حد دانه‌ها جلوگیری می‌کند (Sharafi et al., 2000). با توجه به اینکه عنصر آهن در ساختار کلروفیل نقش مستقیمی ندارد ولی وجود آهن کافی سبب بهبود کلروفیل سازی در گیاه می‌گردد و وضعیت کلروفیل گیاه می‌تواند در میزان فتوسنتز تأثیرگذار باشد که به دنبال آن مواد فتوسنتزی کافی به اندام های زایشی منتقل شده و از میزان پوکی دانه‌ها کاسته شده است(Malakouti et al., 2003). مقایسه میانگین ها نشان داد که مصرف خاکی سولفات آهن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در T5 در مقایسه با مصرف خاکی کلات آهن با نسبت ۱۰ در هزاردر T2 باعث کاهش قطرمنطقه پوکی طبق شده است یعنی جذب آهن از منبع کلات آهن توسط گیاه به خوبی صورت گرفته است. لذا مصرف خاکی کلات آهن در مقایسه با مصرف خاکی سولفات آهن در کاهش قطر منطقه پوکی طبق موثرتر بوده است. در این آزمایش، با افزایش غلظت کلات‌آهن بصورت محلول پاشی در T4نسبت به T3 ، از قطرمنطقه پوکی طبق

آفتابگردان کاسته شد. در مقایسه میانگین دو تیمار T5وT6 نیز چنین استنباط می شود که اگر سولفات آهن با غلظت کم و بصورت محلول‌پاشی برگی مورد استفاده قرار گیرد در کاهش قطر منطقه پوکی موثر نخواهد شد.



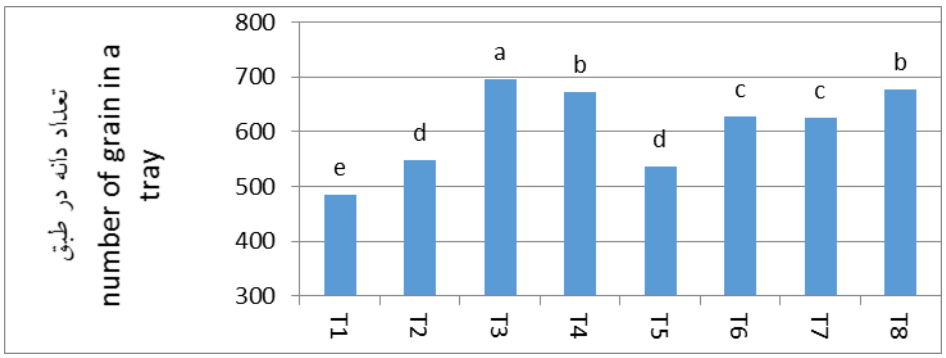
شکل ۳- اثر تیمارهای کودی بر قطر منطقه پوکی طبق

Figure3- The effect of fertilizer tratments on diametr of hallow

تعداد دانه در طبق

تعداد دانه در طبق، تعیین کننده تعداد مخزن گیاه می باشد. به عبارت دیگر هر چه تعداد مخزن در گیاه بیشتر شود و چنانچه آسیمیلات‌های تولید شده بتواند ظرفیت آن ها را پر کند، در نتیجه عملکرد بیشتری را به دنبال خواهد داشت. همان طوری‌که در جدول تجزیه واریانس(جدول ۱) مشاهده می‌شود بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱٪ اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد (شکل ٤) که تیمار محلول پاشی دو مرحله‌ای کلات آهن به میزان ۵ در هزار در T3 با تعداد ٦٩٦ دانه در طبق توانسته در گروه برتر آماری قرار بگیرد. به نظر می‌رسد افزایش قطر طبق و کاهش منطقه پوکی طبق آفتابگردان در اثر محلول پاشی یکی از دلایل افزایش تعداد دانه در طبق باشد. در مقایسه میانگین دو تیمار T3و T4 که در دو گروه آماری متفاوت قرار گرفته‌اند در T4 با وجود مصرف زیاد کلات آهن نسبت به تیمار T3، تعداد دانه کمتری را به خود اختصاص داده است. مقایسهٔ میانگین دو تیمار T5 (مصرف خاکی سولفات آهن ۱۰۰ Kg/ha) و تیمار T2 (مصرف خاکی کلات آهن با ۱۰ Kg/ha)نیز گویای این واقعیت است که مصرف خاکی کلات آهن نسبت به سولفات آهن تا حدودی تعداد دانه در طبق را افزایش داده ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نبوده و در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند. مقایسه میانگین تیمارهای T3و T4 با T2 نشان می‌دهد که اگر کلات آهن به روش محلول پاشی استعمال گردد در مقایسه با مصرف

خاکی آن بهتر جذب گیاه شده و با افزایش دادن میزان کلروفیل و سبزینگی، مواد فتوسنتزی زیادتری تولید شده و به مخازن گل منتقل شده و تعداد گل‌های بارور شده و تعداد دانه‌های طبق را افزایش داده است. همچنین در مورد مصرف کود سولفات آهن به دو روش خاکی در T5 و محلول پاشی در T6، نتایج مقایسه میانگین نشانگر این است که محلول پاشی سولفات آهن ۵ در هزار در مقایسه با مصرف خاکی آن(۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) از تعداد دانه در طبق بیشتری برخوردار بوده است در واقع محلول پاشی آهن توانسته هم تعداد دانه در طبق را افزایش دهد و هم از میزان مصرف اضافی کود آهن جلوگیری کند. نور آبادی و همکاران(Noorabadi, 2009) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در طبق ۹۷٤/۲ عدد در محلول پاشی ٦ در هزار بدست آمد. بطور کلی محلول پاشی آهن سبب رفع کمبود مواد غذایی خاک و افزایش دورهٔ سبزینگی و فعالیت برگ ها (که اندام اصلی تولید و انتقال مواد فتوسنتزی جهت رشد می‌باشند) می‌گردد. به نظر می‌رسد تعداد دانه‌های یک طبق مرتبط با بارورشدن گل‌ها می باشد و نقش تغذیه معدنی عموماً در وزن نهایی دانه‌های پرو یا پوک شدن آنها نیز منعکس گردد.



شکل ٤- اثر تیمارهای کودی برتعداد دانه در طبق

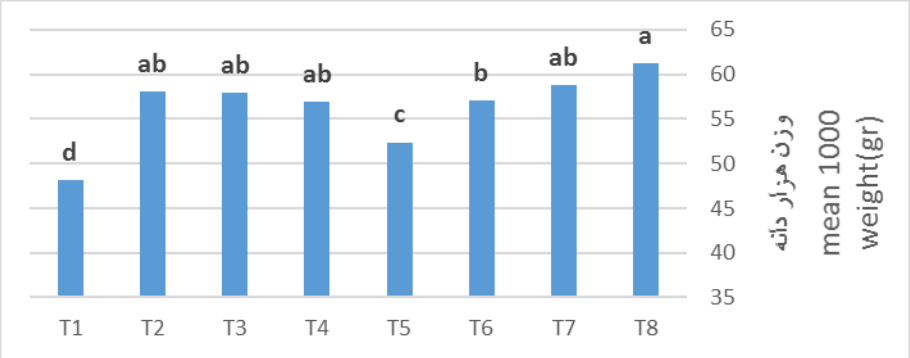
Figure4- The effect of fertilizer treatments on number of grain in a tray

وزن هزار دانه

بین تیمارهای مختلف آزمایش از نظر تاثیر بر وزن هزار دانه در سطح احتمال آماری ۱٪ اختلاف معنی داری وجود داشت(جدول۱). مقایسه میانگین تیمارها در سطح آماری ۵ درصد (شکل۵) نشان داد که تیمار T8 (محلول پاشی یک مرحله ای کلات آهن همراه با مصرف خاکی سولفات آهن ۵۰Kg/ha) با ٦۲/٥٦۷ گرم و تیمار T1 (شاهد) با ٤٤/۹۸۳ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در مقایسهٔ دو تیمار T7 با تیمار T8 مشخص شد که با افزایش میزان مصرف کود سولفات آهن در T7 نه تنها وزن

هزار دانه افزایش نیافته است بلکه از وزن هزار دانه کمی نیز برخوردار شده است. مقایسه دو تیمار T6 (محلول پاشی سولفات آهن ۵ در هزار) و T5 (مصرف خاکی سولفات آهن۱۰۰ Kg/ha)هم نشان داد که محلول پاشی کود سولفات آهن تاثیر بیشتری نسبت به مصرف خاکی آن داشته است و افزایش میزان مصرف کود هم اثر منفی بر وزن هزار دانه داشته است همچنین در مقایسهٔ دو تیمار T4و T3 مشخص گردید که محلول پاشی دو مرحله‌ای کلات آهن به میزان ۵ در هزار در تیمار T3 نسبت به محلول پاشی کلات آهن به میزان ۱۰ در هزار در تیمار T4 اثر بیشتری بر افزایش وزن هزار دانه داشت. مقایسه میانگین دو تیمار T4و T3 با T2 نیز نشان داد که تاثیر محلول پاشی کلات آهن نسبت به مصرف خاکی آن بر افزایش وزن هزار دانه بیشتر بوده است. نتایج آزمایش مرندی و همکاران(Marandi et al., 2012) بر آفتابگردان روغنی نشان داد که تاثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر وزن هزار دانه معنی‌دار می‌باشد. در واقع اغلب مواد فتوسنتزی در طول دورهٔ رشد گیاه صرف پرشدن دانه ها می‌گردد. دوره پرشدن دانه ها از حساس ترین مراحل به کمبود موادغذایی می‌باشد که اگر در این مراحل کمبود از نظر مواد غذایی پیش آید، دانه‌ها کوچکتر شده و وزن هزار دانه آن‌ها به سرعت پایین می‌آید(Koochaki and Sarmadnia, 2003). مصرف عناصر ریزمغذی می‌تواند سبب فعالیت و سنتز آنزیم‌ها و افزایش فتوسنتز شود. افزایش فتوسنتز نیز سبب می‌شود مواد آسیمیلات بیشتری به طرف دانه‌ها برود و در نتیجه بر وزن دانه ها افزوده گردد. در محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی مثل آهن به این علت که این مواد بطور مستقیم توسط برگ گیاه جذب و مورد استفاده قرار می‌گیرد، در نتیجه بوسیله آب‌شویی به هدر نرفته و یا توسط خاک جذب و تثبیت نمی‌گردد، بنابراین، اثر محلول پاشی آهن بیشتر و مشهورتر از مصرف خاکی این عنصر می‌باشد. رحیمی و مظاهری(Rahimi and Mazaheri, 2004) افزایش وزن هزار دانه را با کاربرد عناصر ریز مغذی گزارش کرده‌اند. کم بودن وزن هزار دانه در تیمار بدون مصرف کود(شاهد) به دلیل رقابت دانه‌ها در به دست آوردن مواد غذایی و کاهش کربوهیدرات ذخیره ای گیاه می‌باشد که تعداد سلول های مولّد کاهش یافته و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد(Koochaki and Sarmadnia, 2003). وزن هزار دانه یکی از اجزای عملکرد محسوب می‌گردد و افزایش آن سبب افزایش عملکرد می‌گردد. در واقع جذب آهن و تاثیر آن بر افزایش وزن هزار دانه از طریق محلول پاشی برگی بهتر صورت گرفته که در نهایت استفاده از آهن به صورت خاکی و محلول پاشی گزینهٔ مناسبی در افزایش وزن هزار دانه

در آفتابگردان محسوب می‌شود. در مقایسه میانگین تیمارها مشخص شد که سه تیمار T3، T4و T6 از لحاظ آماری در یک سطح قرار داشتند ولی محلول پاشی دو مرحله ایی کلات آهن به نسبت ۵ در هزار در T3 وزن هزار دانه بیشتری داشته است. همچنین اثرسه تیمار فوق یعنی اثر محلول پاشی آهن نسبت به تیمار T5 در افزایش وزن هزار دانه معنی‌دار بوده است.



شکل ۵- اثر تیمارهای کودی بر وزن هزار دانه

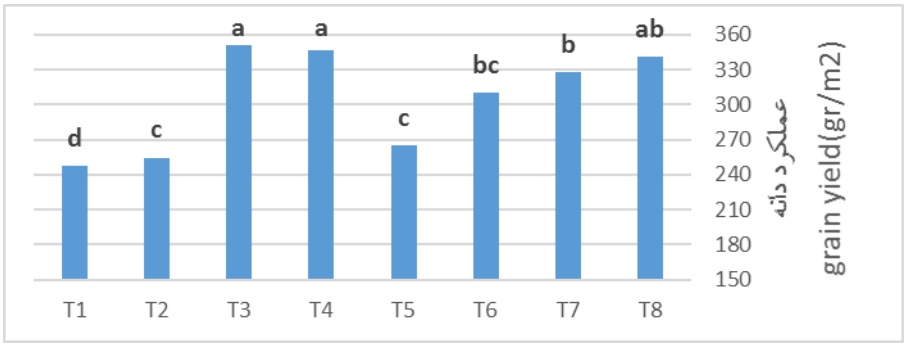
Figure5- The effect of fertilizer treatments on 1000 grains weight

عملکرد دانه

بین تیمارهای مختلف از لحاظ تاثیر بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد(جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد (شکل٦) که تمام تیمارها نسبت به تیمار شاهد از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بوده و بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار T3 ، محلول پاشی دو مرحله‌ای کلات آهن به میزان ۵ در هزار با وزن ۳۵۱/۳ گرم در متر مربع وکمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار عدم مصرف کود آهن یعنی ۲٤۷/٤ گرم در متر مربع می‌باشد. در واقع در اثر محلول پاشی کلات آهن در دو مرحله، جذب آهن به‌خوبی صورت گرفته و باعث افزایش میزان کلروفیل و سبزینگی شده است و در نهایت با افزایش سبزینگی، مواد فتوسنتزی کافی تولید شده و به سمت اندام های زایشی منتقل شده و سبب افزایش عملکرد دانه و وزن دانه‌های طبق شده است. ولی با توجه به اینکه در تیمار T4، افزایش غلظت کلات‌آهن (۱۰ در هزار) خیلی باعث افزایش عملکرد دانه نشده است و با تیمار T3 در یک گروه آماری است بنابراین می‌توان از غلظت ۵ در هزار استفاده کرد تا صرفه جویی در مصرف کود نیز حاصل گردد. مقایسهٔ میانگین تیمارهای T8و T7 با T4 و T3 نیز نشان می دهد که درT4 و T3 اگر محلول پاشی آهن

بصورت کلات آهن و در دو مرحله صورت گیرد، نسبت به T8 وT7 که محلول پاشی یک مرحله‌ای کلات آهن یا سولفات آهن توام با مصرف خاکی سولفات آهن بود، افزایش عملکرد دانه را باعث شده ومی‌تواند مصرف کود را نیز کاهش دهد. در واقع محلول‌پاشی دو مرحله‌ای بهتر از محلول‌پاشی یک مرحله‌ای توام با مصرف خاکی بوده است. در این آزمایش، مصرف خاکی کلات آهن نسبت به مصرف خاکی سولفات آهن از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بود. آزمایشات نور آبادی (Noorabadi, 2009) و مرندی و همکاران (Marandi et al., 2012) معنی‌دار بودن این صفت را در آفتابگردان گزارش کرده‌اند. افزایش عملکرد دانه می‌تواند به علت افزایش سبزینگی و افزایش هر یک از اجزای عملکرد دانه در اثر محلول پاشی آهن باشد. عملکرد دانه و وزن هزار دانه در آفتابگردان از مهم‌ترین صفات هستند. مصرف عناصر ریزمغذی مثل آهن با افزایش میزان فتوسنتز و بهبود دوام سطح برگ باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردند(Sepehr and Malakouti, 2004). مصرف کودها به خصوص کودهای ریزمغذی در طول دورهٔ رشد باعث فعالیت برخی از آنزیم ها می‌گردد که این آنزیم ها نیز موجب افزایش تولید مواد ذخیره ای و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می‌گردد. سینگ (Singh, 2000) در بررسی اثر عناصر آهن و روی در خواص فیزیولوژیکی آفتابگردان گزارش کردند که آهن به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار و عنصر روی ٤٠ کیلوگرم در هکتار اثر معنی‌داری در افزایش عملکرد دانه دارد. استفاده از سکوسترون آهن به خاک موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه آفتابگردان رقم هایسان ۳۳ به میزان ٤۳ درصد شد، ولی بر درصد روغن آن اثر معنی‌داری نداشت (Saeidi, 2007). در همین آزمایش، در رقم هایسان ۳۳ بیشترین مقادیر صفات قطر طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در تیمار مصرف کود آهن به همراه سایر عناصر پر مصرف به دست آمد. پازکی و همکاران (Pazoki et al.,2009) طی آزمایشی بر روی ارقام پاییزه کلزا دریافتند که محلول‌پاشی آهن با غلظت ٤ در هزار در آغاز مرحله ساقه رفتن و آغاز گل‌دهی با میانگین ۳۹۵۳/۲۵ بیشترین و عدم محلول‌پاشی آهن با ۳۱٤۰/۲۵ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد دانه را تولید نمود. بریگنی و کاسترو (Brighenti and.Castro, 2008) در آزمایش خود نشان داد که مصرف بور موجب افزایش عملکرد دانه و درصد روغن شد،

ایشان اظهار داشته‌اند که بـور از طریـق افـزایش باروری دانـه گـرده و در نتیجـه افـزایش تعـداد دانه‌های پر موجب افزایش عملکـرد دانـه شـده است.

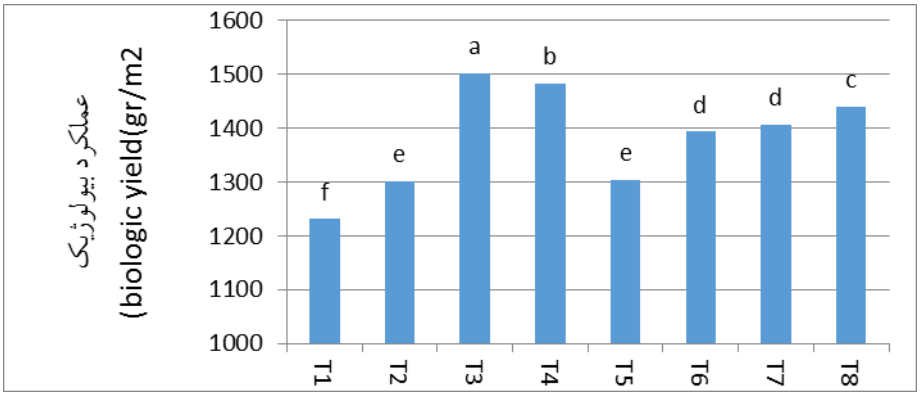


شکل ٦- اثر تیمارهای کودی برعملکرد دانه

Figure6- The effect of fertilizer treatments on grain yield

عملکرد بیولوژیک

تجزیـــه واریـــانس داده هـــای آزمـــایش (جدول۱) نشان داد کـه بـین تیمارهـای مـورد آزمایش از لحاظ تاثیر بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمـال ۱ درصـد اخـتلاف معنـی‌داری وجود دارد. مقایسه میانگین تیمارهـا نشـان داد (شـکل۷) کـه بیشـترین عملکـرد بیولوژیـک (۱۵۰۲/۵۰۷ گرم در متر مربع) مربوط به تیمـار T3 محلول‌پاشی کلات‌آهـن در دو مرحلـه بـا غلظت ۵ درهزار و کمترین آن مربوط به تیمـار T1 عدم مصـرف مـی‌باشـد. مقایسـه میـانگین تیمارهـــای T6 و T7 کـــه از نظـــر عملکـــرد بیولوژیکی در یک گروه آماری قرار گرفتـه‌انـد به نظر می‌رسد در تیمار T6 اگر محلـول‌پاشـی سـولفات آهـن بـا غلظـت ۵ درهـزار در یـک مرحله انجام پذیرد، نسـبت بـه تیمـار T7 کـه علاوه بر محلول‌پاشی ، مصرف خاکی سولفات آهن ۱۰۰Kg/h نیـز انجـام گرفتـه، از مصـرف اضافی کود و افزایش هزینه جلوگیری خواهـد شـد. برمکـی و همکـاران(Barmaki et al., 2009) در بررسی اثر محلول پاشی آهن، روی و بور بر روی آفتابگردان روغنی به این نتیجـه رسیدند که محلول‌پاشی سولفات آهن بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک را به خود اختصـاص می‌دهد و کمتـرین آن مربـوط بـه تیمـار عـدم محلول پاشی بود.



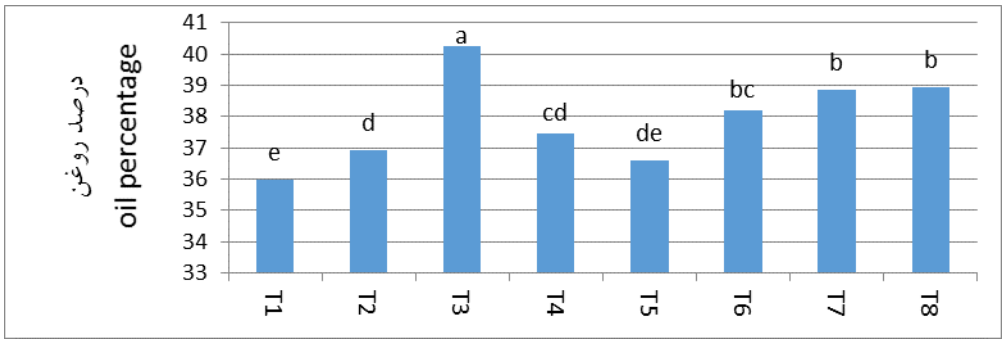
شکل۷- اثر تیمارهای کودی بر عملکرد بیولوژیک

Figure7- The effect of fertilizer treatments on biologic yield

درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف از لحاظ درصد روغن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت(جدول۱). مقایسه میانگین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد به روش دانکن نشان داد (شکل۸) که بیشترین درصد روغن مربوط به تیمار T3 ، محلول پاشی دو مرحله‌ای کلات آهن به غلظت ۵ در هزار با (۴۰/۲۴۷ درصد) و کمترین درصد روغن مربوط به تیمار شاهد (عدم مصرف آهن) با (۳۵/۹۶۷ درصد) بود. رحیمی زاده و همکاران(Rahimizadeh et al., 2010) در بررسی تاثیر کودهای ریزمغذی بر عملکرد آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که تیمارهای ریزمغذی درصد روغن را بطور معنی‌داری افزایش می‌دهد. بعد از تیمار T3، بیشترین درصد روغن مربوط به تیمارهای T8 و T7 بود که در یک گروه آماری قرار گرفته بودند ولی در تیمارT7، با افزایش مصرف خاکی سولفات آهن، درصد روغن کاهش یافت. مقایسه میانگین دو تیمار T6 و T5 هم نشان می‌دهد که در تیمار T6 محلول‌پاشی سولفات آهن به نسبت ۵ در هزار، درصد روغن بیشتری را نسبت به مصرف خاکی آن در T5به نسبت ۱۰۰ Kg/h به خود اختصاص داده است و این نشان می‌دهد که محلول پاشی برگی یکی از روش‌های سریع در عکس العمل گیاهان به کود بوده و منجر به صرفه جویی در مصرف کود نیز می‌گردد. مقایسه میانگین دو تیمار T4 و T3 نیز نشان داد که محلول پاشی دو مرحله‌ای کلات آهن به نسبت ۵ در هزار در T3 درصد روغن بیشتری را نسبت به محلول پاشی دو مرحله‌ای آن به نسبت ۱۰ درهزار در T4 باعث شده است و افزایش مصرف کلات آهن درصد روغن را کاهش داده است. همچنین نتایج مقایسه میانگین تیمارهای T2و T3 نشان داد که اگر کلات آهن به صورت محلول پاشی برگی به نسبت ۵ در هزار مصرف گردد(T3) باعث می‌شود

آفتابگردان دارای درصد روغن بیشتری نسبت به مصرف خاکی آن به نسبت Kg/h ۱۰باشد. نتایج حاکی از آن است که مصرف خاکی کلات آهن به نسبت Kg/h ۱۰ (T2) از لحاظ تاثیر بر درصد روغن بهتر از مصرف خاکی سولفات آهن به نسبت Kg/h ۱۰بوده(T5) است. مارشنر(Marschner. 1995) بیان داشت در خاک های مناطق خشک که با کمبود روی و آهن روبرو هستند، مصرف خاکی روی و آهن موثر نبوده، بلکه محلول‌پاشی برگی این عناصر در اوایل دورهٔ رشد و رویش گیاهان دانه‌ای، سبب افزایش عملکرد آن‌ها خواهد شد.



شکل ۸- اثر تیمارهای کودی بر درصد روغن

Figure8- The effect of fertilizer treatments on oil percentage

نتیجه گیری کلی

مصرف کودهای محتوی آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان موثر بود، به طوری که با مصرف آهن، سنتز مواد غذایی و در نتیجه تعداد گل‌های تلقیح یافته افزایش می‌یابد و در نتیجه باعث افزایش بیشتر عملکرد می‌گردد. محلول پاشی آهن بصورت کلات آهن نتایج بهتر و سریع‌تری را داشت و مصرف خاکی این عناصر احتمالا به علت آب شویی و تثبیت، اثر کمتری بر عملکرد داشت. اکثر تیمارهای محلول پاشی آهن در گروه آماری بالاتر نسبت به تیمارهای مصرف خاکی و عدم مصرف آهن قرار گرفتند. تأثیر آهن بر عملکرد به این صورت توجیه می‌شود که این عنصر با افزایش سبزینگی و افزایش میزان فتوسنتز و بهبود دوام سطح برگ باعث افزایش عملکرد می‌گردد. در این تحقیق مشخص گردید در بسیاری از مواقع مصرف اضافی کودهای آهن و یا عدم مصرف در زمان مناسب، نه تنها موجب افزایش عملکرد نگردیده بلکه موجب کاهش عملکرد نیز می‌گردد، لذا از یک طرف با توجه به هدر رفت کودها و هزینه بالای کودهای آهن و از طرف دیگر کاهش تولید موجب بروز خسارت به کشاورزان و نهایتا کل کشور می‌گردد.

جدول۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

Chart 2 –The result of analysis of variance studied traits

منابع تغییرات S.o.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Hieght	میزان سبزینگی Greeness content	قطر منطقه پوکی hollow area	تعداد دانه در طبق number of seeds in a tray	وزن هزار دانه M1000W	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biologic yield	درصد روغن Oil percentage
تکرار	2	5.73	1.88	2.54	480.54	11.07	1352.08	1165.06	0.10
تیمار	7	60.83**	9.986**	25.13**	17620.74**	126.95*	8703.14*	27468.25**	6.08**
خطا	14	4.31	0.283	1.46	106.83	5.71	70.70	72.11	0.22
ضریب تغییرات		3.38	4.33	4.14	2.7	4.36	3.73	3.69	4.24

ns,,*** :به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ، ۱٪ و غیر معنی‌دار

****,*, ns: Significant in %1, %5 and nonsignificant.**

References

منابع مورد استفاده

Barmaki, Y., F. Jalili, and. Eyvazi, and A. Rezaii.2009. Effeect of foliar application of Zn, Fe and B on yield and quality of two variety of sunflower, J. Res in Agron. Sci.,6(2):12-26. (In persian).

- Brighenti, A. M., and C. Castro. 2008. Boron foliar application on sunflower (*Helianthus annuus* L.). HELIA, Nr. 48: 127- 136.
- Dindoost, S., M. Roshdi, S. Yoosefzadeh, A. Alizadeh.2007. The effect of drought stress anf foliar application of Fe, Znand Mn on quality and quantity of sunflower variety of Haysan33. Absract Pepers of the zonal congress of agriculture and environment, IAU of Khoy, p,148. (In Persian).
- Ebrahimian. E., and A. Bybordi.2011. Effect of Iron Foliar Fertilization on growth, seed and oil yield of sunflower grown under different irrigation regimes middle- esat J. Scientific Res.9(5): 621-627.
- Fageria, NK., VC. Baligar, and RB Clark. 2002. Micronutrients in Crop production. Adv. Agron.77: 185-268.
- Ghafari, M. 2006. Manuel of sunflower cultivation in west Azarbaijan, press of center of cotton and oilseed plants. Iran.
- Heit holt, JJ., JJ. Sloan, CT. Mackown, and RI. Cabrera.2003. Soybean growth on calcareous Soil as effected by three Iron sources. J. Plant Nutr.26: 935-948.
- Kocheki, A., GH. Sarmadnia. 2003.Physiology of agronomic plant, press of Jihad Daneshgahi Mashhad, pp.400. (In Persian).
- Li, L., J. Zhang, Y. Wang, W. Xing, A. Zhu. 2005. Effecieney of the different genotypes of tomato in relation to foliar content of Fe and the response of some bioindicators. J. Plant Nutr,13: 1777-1786.
- Marandi, J., F. Jalili, and E. Valizadegan. 2012.The effect of methods and source of nitrogen and micronutrients on some agronomic traits of sunflower, J Res. Agron. Sci.15(17):71-83. (In Persian).

- ✓ Malakouti, MJ., M. Esmaili, E. Sepehr, and A. Golchin. 2003.The effects of Mn, Fe, MN and Zn on some quality and quantity characteristics of sunflower, booke of optimizing nutriens requaremernt of oilseed crops, press of Khaniran, Tehran, Iran, pp.452. (In Persian).
- ✓ Malakouti, MJ., and E. Sepehr. 2004. optimize nourishment for oil seeds (effective step to oil independence in country). Khaniran press, Tehran,464p: (in persian).
- ✓ Malakouti, MJ., and MM. Tehrani. 2001. Role of micronutrients on yield increasing and quality improving in agricultural production. Tarbiat Modares university press, Tehran.
- ✓ Malakouti, MJ .2004. Fertilizer productivity in Iran.A report prepared by the reguest of private sector(NGO). Pp.25. Tehran, Iran.
- ✓ Mariotti, M., L. Ercoli., A. Masoni. 1996. spectral properties of Iron deficient corn and sunflower leaves. Remote sensing of environment. 58(3): 282-288.
- ✓ Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of Higher plants. Academic press. London.
- ✓ Mirzapour, MH., AH. Khoshgoftarmanesh.2008. The effect of Fe on growth, yield and oil content of sunflower in a calcareus soil, J Res Water Soil, 18(4).61-69. (In Persian).
- ✓ Mizapour, MH., AH. Kuchekbeigi, R. Vakil, and MR. Naiini.2005. The effect of iron chelates on growth and yield of sunflower variety of record in a saline and calcareus soil of Qom. 1st international congress of oilseed crops, Gorgan. Iran,
- ✓ Norabadi, A.2004. The effect of sowing date and foliar applicaton of micronutrients on yield and its components of sunflower variety of zargol. Thesis of MSc, IAU of Dezfol, (In Persian).
- ✓ Pazoki, AR., AH. Shiranird, D. Habibi, F. Paknajad, and SMR. Hajseyed hadi. 2009. The effect of time of foliar application of Fe on yield and its component of oilseed rape (*Brassica napus* L.) in Sharerey, J. Aron Bred. Iran. 5(1):31-41. (In Persian).
- ✓ Rahimi.MM., D. Mazaheri, and N. Khodabandeh. 2003. The effect of micronutrient of on quality and quantity of sunflower in Arsanjan, J. Res. Build. Agron. Hort.61:96-103. (In Persian).
- ✓ Rahimi, M.M., D. Mazaheri. 2004. The effect of Micronutrients of Fe, Zn and B on yield and its components of sunflower in Arsanjan area. J Res. Build.Agron Hort.64:16-21. (In Persian).
- ✓ Rahimizadeh, M., A. Kashani, A. Zareh Feyzabadi, V. Madani, and A. Soltani. 2010. The effect of micronutrient on yield and its components of sunflower in drought condition, Electronic J. Product. Agron. Plant,3(1):57-72. (In Persian).
- ✓ Saiidi, GA.2007. The effect of some maro and micronutrient on yield and some agronomic traits of sunflower in a calcareus soil, J. Sci. Tech. Agron. Natur. Resource, 11(1):355-366.) In Persian).
- ✓ Said, Al., AM. Abeer.2010. Effect of zinc and or Iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (ocimum basilicum L.) under salt stress. Appl. Sci. J.3(1):97-111.
- ✓ Sepehr, E., MJ. Malakouti, 2004. The effect of different fertilizer on quality and quantity of sunflower, booke of optimizing nutriens requaremernt of oilseed crops, press of Khaniran, Tehran, Iran, pp.452. (In Persian).
- ✓ Sharafi, S., Tajbaksh, M., Majidi, M., Pourmirza, AA. 2000. Effects of Iron and Zinc on yield, Protein and nutritional in two varieties of Maize seed. Water soil. J.12(1): 85-94. (In Persian with English abstract).
- ✓ Singh, S. 2001. Effect of Fe, Zn on growth of sunflower. Sci. Environ. 34(1- 2):57-63.
- ✓ Torabian, SH., M. Zahedi. 2013. The effect of foliar application ferrus sulphate in normal and nano particle on growth of sunflower in saline condition, J. Agron Plant Sci.44 (5):109-118. (In Persian).