

تأثیر برخی عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر اجزای عملکرد و دیگر صفات زراعی آفتابگردان در یک خاک آهکی اصفهان

قدرت‌اله سعیدی^۱

چکیده

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) نقش مهمی در تأمین روغن نباتی مورد نیاز کشور دارد و تأمین عناصر غذایی گیاه در خاک جهت حصول عملکرد بالا و کیفیت مطلوب دانه آن ضروری می‌باشد. این آزمایش به منظور بررسی تأثیر تیمارهای کودی عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتابگردان انجام شد. در این آزمایش تأثیر سیزده تیمار کودی به عنوان فاکتور اصلی بر صفات زراعی دو رقم هیبرید آفتابگردان شامل های‌سان ۳۳ و اروفلور به عنوان فاکتور فرعی در یک آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر متقابل معنی‌داری بین تیمارهای کودی و ارقام وجود داشت و تأثیر تیمارهای کودی وابسته به رقم بود. به طور کلی تمام تیمارهای کودی دارای عناصر غذایی N, P, K, Fe, Zn, Mn موجب کاهش معنی‌دار یا غیر معنی‌دار میانگین‌های قطر طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در بوته، عملکرد دانه در واحد سطح در رقم اروفلور گردید. در رقم های‌سان ۳۳ افزودن عناصر غذایی N, P, K تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت. تأثیر کودهای شیمیایی دارای Zn یا Mn به صورت مخلوط با خاک و یا محلول‌پاشی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در رقم های‌سان ۳۳ معنی‌دار نبود. اضافه کردن کود آهن دار (سکسترون) به خاک موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در رقم های‌سان ۳۳ شد، ولی تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن دانه آن نداشت، به طوری که در این رقم تیمارهای شاهد، NPK + Fe و NPK به ترتیب دارای عملکرد دانه برابر ۴۹۴۶، ۵۱۵۵ و ۷۰۹۰ کیلوگرم در هکتار و مقدار روغن دانه برابر ۴۰/۷۲، ۴۳/۱۰ و ۴۳/۰۷ درصد بودند. تأثیر تیمارهای کودی بر درصد روغن دانه معنی‌دار نبود، بنابراین تغییرات عملکرد روغن در تیمارهای مختلف ناشی از تغییرات عملکرد دانه آنها می‌باشد. ضرایب هم‌بستگی و تجزیه رگرسیون نشان داد که تغییرات عملکرد دانه بیشتر و به ترتیب اهمیت ناشی از تغییرات وزن دانه و قطر طبق بود. به طور کلی به نظر می‌رسد در خاک مورد آزمایش اضافه کردن کود آهن دار به خاک از لحاظ اقتصادی حائز اهمیت باشد و می‌تواند موجب افزایش عملکرد دانه و روغن در رقم های‌سان ۳۳ شود.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف، عملکرد دانه، روغن دانه

۱. دانشیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

با توجه به این که بخش زیادی از روغن نباتی مورد نیاز کشور از خارج تأمین می‌شود، افزایش تولید دانه‌های روغنی از جمله آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در کشور حائز اهمیت است و می‌تواند نقش مهمی در تأمین روغن مورد نیاز کشور داشته باشد. این گیاه به دلیل سازگاری وسیع و دارا بودن بیشترین مقدار روغن دانه (۴۰ تا ۵۰ درصد) به عنوان مهم‌ترین محصول دانه روغنی مطرح می‌باشد و کیفیت روغن دانه آن نیز بالا است (۱۳). دانه آفتابگردان هم‌چنین دارای ۲۹ تا ۳۵ درصد پروتئین است (۱۷) و علاوه بر تولید روغن، کنجاله حاصل از روغن‌کشی دانه‌ها نیز می‌تواند در جیره غذای دام‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

فراهم نمودن حاصلخیزی مناسب خاک با استفاده متعادل از کودهای شیمیایی و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه یکی از جنبه‌های مهم مدیریت‌های زراعی جهت حصول حداکثر عملکرد و کیفیت مطلوب محصولات زراعی و حداقل نمودن اثرات مضر آنها بر محیط زیست می‌باشد (۵). گیاهان زراعی جهت داشتن رشد و نمو مطلوب نیاز به عناصر غذایی متعددی دارند و بعضی عناصر نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مقادیر نسبتاً زیادی مورد نیاز گیاه هستند و در صورت کمبود این عناصر در خاک، رشد و تولید گیاه کاهش می‌یابد (۲ و ۱۳).

در صورت وجود مقدار کافی نیتروژن در خاک، گیاهان زراعی دارای رشد رویشی، سطح برگ بیشتر و عملکرد مناسب خواهند بود و کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد گیاه می‌تواند موجب محدودیت رشد و در نهایت کاهش عملکرد دانه در گیاهان زراعی گردد (۲). عناصر غذایی کم مصرف نیز برای رشد طبیعی گیاهان ضروری هستند و در واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند. به عنوان مثال عنصر روی برای تولید هورمون‌های رشد اکسین و انجام فتوسنتز، عنصر بور برای تقسیم سلولی و عنصر آهن در تشکیل کلروفیل گیاهی نقش دارند و تأمین این عناصر غذایی در خاک می‌تواند موجب توازن عناصر غذایی در گیاه و نهایتاً افزایش تولید و کیفیت

محصول شود (۲).

استفاده هم‌زمان کودهای دارای نیتروژن و فسفر در کلزا (*B. napus* L., *B. Campestris* L.) (۶) و هم‌چنین استفاده از کودهای آهن‌دار در گیاه ذرت (۷) موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه آنها شده است. هم‌چنین نتایج آزمایش‌های کودی در گیاه کلزا نشان داد که استفاده از کودهای شیمیایی دارای گوگرد و یا نیتروژن به صورت جداگانه موجب کاهش عملکرد دانه و میزان روغن دانه، ولی استفاده هم‌زمان آنها موجب افزایش عملکرد و درصد روغن دانه شد (۱۰).

در گیاه گلرنگ استفاده از مقادیر مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه نداشت، ولی موجب کاهش درصد روغن دانه و افزایش عملکرد دانه و روغن شد (۱۶). ضمناً افزایش نیتروژن خاک می‌تواند دوره گلدهی را در گیاه گلرنگ طولانی نماید و اگر این دو با دمای بالای فصل همراه باشد، ممکن است تعداد زیادی از طبق‌ها عقیم مانده و یا تعداد کمی بذر در آنها تشکیل شود (۱۷). در مطالعه دیگری میزان نیتروژن مورد نیاز گلرنگ بسیار تابع شرایط محیطی بوده است (۴).

در گیاه آفتابگردان نیز استفاده از کودهای دارای نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به نحوی که نیتروژن موجود در خاک به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار رسیده، موجب افزایش عملکرد دانه و درصد روغن دانه و در نهایت عملکرد روغن در بعضی از مناطق یا شرایط محیطی شده است (۱۳). در مطالعه‌ای دیگر در آفتابگردان مقادیر مختلف ۳۴، ۶۷ و ۱۰۱ کیلوگرم نیتروژن مورد استفاده قرار گرفته و افزایش نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه شده است (۸). نتایج بعضی مطالعات نیز نشان داد که استفاده از کودهای شیمیایی دارای عناصر غذایی نیتروژن به میزان ۱۲۰ کیلوگرم، فسفر ۹۰ کیلوگرم و پتاسیم ۶۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد دانه و قطر طبق در آفتابگردان شده و کود شیمیایی دارای فسفر نقش مهم‌تری را در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد از جمله قطر طبق داشته است (۱۲). در بعضی از خاک‌ها نیز استفاده از کودهای دارای عنصر غذایی گوگرد به میزان ۶۰ تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار

ترفیلورالین (Trifluralin)) به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار با خاک مخلوط شد.

تیمارهای کودی مورد مطالعه و یک سوم کود اوره مربوط به هر تیمار کودی قبل از کاشت در خاک اعمال گردید و دو تیمار کودی دیگر نیز به صورت محلول پاشی انجام شد (جدول ۱). در هر تیمار کودی باقی مانده کود مورد مطالعه اوره در مرحله ۱۰ تا ۱۲ برگی بوته‌ها یا مرحله جوانه گل به صورت سرک مصرف شد. به منظور ایجاد یک‌نواختی در توزیع کودهای شیمیایی در هر کرت آزمایشی، مقادیر کود مورد استفاده برای هر ردیف کاشت به صورت جداگانه با ماسه نرم مخلوط و سپس به صورت دستی و یک‌نواخت در عمق حدود ۷ سانتی‌متری پشته‌ها قرار داده شد و پس از پوشاندن اقدام به کاشت گردید.

در تیمارهای محلول پاشی (جدول ۱)، سولفات روی با غلظت ۱٪ (۱۰ گرم در یک لیتر آب مقطر) و سولفات منگنز با غلظت ۰/۷۵٪ (۷/۵ گرم در یک لیتر آب مقطر) و با میزان ۱۵۰۰ لیتر در هکتار و در مرحله رشدی R۳ گیاه یعنی مرحله‌ای که با ادامه رشد میانگره در زیر گل آذین، گل آذین بیش از دو سانتی‌متر از برگ‌های اطراف فاصله گرفته بود، محلول پاشی گردید و سطح برگ‌های گیاه کاملاً خیس شد.

در این آزمایش تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن گیاهچه‌های هر کرت آزمایشی به طور مشاهده‌ای یادداشت گردید. در ضمن تعداد روز تا مراحل R۳، R۵، R۶ و R۹ بر اساس توصیف مراحل رشد آفتابگردان (۱۴) برای هر کرت آزمایشی ثبت شد. مرحله R۵، مرحله آغاز گرده افشانی است و در این مرحله گل‌های شعاعی باز شده، تمام گل‌های طبق قابل مشاهده هستند و بیرونی‌ترین حلقه گل‌ها در حال گرده افشانی می‌باشند. در مرحله R۶ گرده افشانی گیاه کامل شده است و گل‌های شعاعی شادابی خود را از دست داده و پژمرده می‌گردند و سپس ریزش می‌یابند. مرحله R۹، مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی است که در این مرحله براکته‌ها زرد و قهوه‌ای شده‌اند و قسمت اعظم پشته طبق شروع به قهوه‌ای شدن نماید (۱۴).

موجب افزایش عملکرد دانه در آفتابگردان شده است (۱۵). با توجه به این که اطلاعات کافی در مورد نیازهای کودی آفتابگردان در منطقه اصفهان موجود نبود، در ضمن استفاده از کودهای شیمیایی و پاسخ گیاهان به آنها بسیار تابع شرایط محیطی از جمله خاک منطقه و عوامل ژنتیکی است، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر صفات زراعی دو رقم هیبرید آفتابگردان انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۳ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در لورک نجف‌آباد (۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان) انجام شد. طبق طبقه‌بندی کوپن، منطقه آزمایش دارای اقلیم خشک، بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک است. خاک مزرعه از گروه تیپیک هاپل آرجید (Typic Haplargid) و دارای بافت لوم‌رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و pH برابر ۷/۶ می‌باشد.

در این پژوهش تأثیر ۱۳ تیمار کودی (جدول ۱) بر صفات زراعی مختلف از جمله عملکرد دانه و اجزای آن و همچنین میزان روغن دانه دو رقم آفتابگردان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده مورد بررسی قرار گرفت. ارقام شامل هیبریدهای "های‌سان ۳۳ (Hisun-33)" و "اروفلور (Euroflor)" بود که در آزمایش به عنوان فاکتور فرعی و تیمارهای کودی به عنوان فاکتور اصلی ارزیابی شدند. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۴ متر و با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر بود. کاشت بذرها به صورت هیرم کاری و در سوم تیر ماه ۱۳۸۴ روی پشته‌ها انجام شد و پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها، فاصله بوته‌ها در ردیف کاشت با تنک کردن حدود ۱۷ سانتی‌متر تنظیم گردید. عملیات تهیه بستر زمین آزمایش (که در سال قبل به صورت آیش بود)، شامل شخم زدن در پائیز و دو مرتبه دیسک زدن قبل از کاشت و سپس ایجاد پشته‌ها انجام شد. به منظور کنترل علف‌های هرز، قبل از کاشت علف‌کش ترفلان

جدول ۱. تیمارهای کودی مورد استفاده در آزمایش.

تیمار	تیمار کودی
T _۱	شاهد (عدم استفاده از هر نوع کود شیمیایی)
T _۲	۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره
T _۳	۲۳ کیلوگرم اکسید فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل
T _۴	۲۴ کیلوگرم اکسید پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم
T _۵	T _۲ + T _۳
T _۶	T _۲ + T _۴
T _۷	T _۳ + T _۴
T _۸	T _۲ + T _۳ + T _۴
T _۹	۳۰ Kg/ha (سکستریزین) به میزان کود آهن + T _۸
T _{۱۰}	۲۵ Kg/ha به میزان سولفات روی + T _۹
T _{۱۱}	۲۰ Kg/ha به میزان سولفات منگنز + T _{۱۰}
T _{۱۲}	T _{۱۰}
T _{۱۳}	T _{۱۱}

جدول ۲. میانگین و خطای استاندارد عناصر موجود در خاک محل آزمایش (متوسط ۶ نمونه).

عمق خاک (سانتی متر)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
۰-۳۰	10.1 ± 3.2	0.66 ± 0.15	3.20 ± 0.40	0.123 ± 0.008	35 ± 7.7	364 ± 113
۳۰-۶۰	7.7 ± 2.2	0.50 ± 0.09	3.08 ± 0.30	0.08 ± 0.008	26.5 ± 9.8	231 ± 38

یک سوم قبل از کاشت با خاک مخلوط شد و دو سوم باقی مانده نیز در مرحله ۱۰-۱۲ برگی و یا شروع جوانه گل

به صورت سرک مصرف شد.

قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.

قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.

همانند T_۲ و T_۳

همانند T_۲ و T_۴

همانند T_۲ و T_۳

همانند T_۲، T_۳ و T_۴

همانند T_۸ و سکستریزین نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.

همانند T_۹ و سولفات روی نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.

همانند T_{۱۰} و سولفات منگنز نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.

همانند T_{۱۰} ولی سولفات روی با غلظت ۱٪ و با مقدار ۱۵۰۰ لیتر در هکتار محلول پاشی شد.

همانند T_{۱۱} ولی سولفات روی با غلظت ۱٪ و همزمان با سولفات منگنز با غلظت ۰.۷۵٪ و با مقدار ۱۵۰۰ لیتر در

هکتار محلول پاشی شد.

بین تیمار کودی و رقم برای صفات تعداد روز تا مرحله R₃، قطر طبق، عملکرد دانه در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در هکتار معنی دار بود (جدول ۳) و میانگین‌های اثر متقابل بین ارقام و تیمارهای کودی (جدول ۵) نشان داد که اثر تیمارهای کودی بر این صفات در هر کدام از ارقام معنی دار و پاسخ دو رقم به تیمارهای کودی از لحاظ بروز این صفات متفاوت بود، به طوری که تیمارهای کودی T₃، T₄، T₅ و T₆ موجب کاهش معنی دار میانگین تعداد روز تا مرحله R₃ در رقم های سان ۳۳ شد، در صورتی که تیمارهای کودی تأثیر معنی داری بر این صفت در رقم اروفلور نداشتند (جدول ۵).

میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که تأثیر تیمارهای کودی بر قطر طبق در هر کدام از ارقام معنی دار بود (جدول ۵)، به طوری که نسبت به شاهد تمام تیمارهای کودی به استثنای تیمار T₁₂ نسبت به شاهد موجب کاهش قطر طبق در رقم اروفلور شد (جدول ۵). در رقم های سان ۳۳ تمام تیمارهای کودی موجب افزایش قطر طبق شد و مقدار افزایش در اثر تیمارهای کودی T₃، T₉، T₁₀ و T₁₁ معنی دار بود (جدول ۵). در پژوهش‌های دیگر نیز قطر طبق به طور معنی دار تحت تأثیر تیمارهای کودی مورد مطالعه آنها قرار گرفته و افزایش مقدار فسفر در خاک افزایش قطر طبق را در آفتابگردان به دنبال داشته است (۱۲).

تمام تیمارهای کودی نسبت به تیمار شاهد سبب کاهش وزن دانه در رقم اروفلور شدند، ولی مقدار کاهش تنها در تیمارهای T₄، T₆، T₈، T₉ و T₁₀ معنی دار بود (جدول ۵). در مقابل تیمارهای کودی T₉، T₁₀ و T₁₃ سبب افزایش معنی دار وزن دانه در رقم های سان ۳۳ شدند (جدول ۵). اثر متقابل بین تیمارهای کودی و ارقام برای عملکرد دانه در بوته معنی دار بود (جدول ۳) و تیمارهای کودی سبب کاهش این صفت در رقم اروفلور و افزایش آن در رقم های سان ۳۳ شد، ولی فقط تیمارهای کودی T₉، T₁₀ و T₁₃ افزایش معنی دار عملکرد دانه در بوته را در رقم های سان ۳۳ سبب شدند (جدول ۵).

به منظور تعیین ارتفاع بوته در هر واحد آزمایشی، ارتفاع بوته در ۱۰ بوته از سطح زمین تا سطح فوقانی طبق و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک اندازه‌گیری و متوسط آن منظور شد. برای تعیین قطر طبق در هر واحد آزمایشی نیز قطر طبق در ۱۵ طبق اندازه‌گیری و متوسط آن ثبت گردید. وزن هزار دانه نیز برای هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شد.

موقعی که طبق‌ها کاملاً زرد و قهوه‌ای شدند، به منظور تعیین عملکرد دانه در واحد سطح طبق‌های دو ردیف وسط هر واحد آزمایشی برداشت گردید و سپس خرمن کوبی و بوجاری شد. عملکرد دانه در بوته نیز با توجه به تعداد بوته‌های مساوی برداشت شده و عملکرد دانه در هر واحد آزمایشی محاسبه شد. درصد روغن دانه نیز با استفاده از روش سوکسله تعیین گردید. داده‌های مربوط به صفات با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه واریانس شدند و برای مقایسه میانگین‌ها و در صورت معنی دار بودن اثر عامل یا عوامل آزمایشی از آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) استفاده شد. جهت بررسی روابط بین صفات ضرایب هم‌بستگی بین آنها محاسبه شد و به منظور تعیین صفاتی که بیشترین نقش را تنوع عملکرد دانه داشتند از تجزیه رگرسیون مرحله‌ای استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول ۲ بیان شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر کلیه صفات به استثنای تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن، قطر طبق، وزن هزار دانه و درصد روغن دانه معنی دار بود (جدول ۳). رقم های سان ۳۳ به طور معنی داری دارای میانگین تعداد روز تا مراحل R₃، R₅، R₆ و R₉ کمتری نسبت به رقم اروفلور بود (جدول ۴).

رقم های سان ۳۳ به طور معنی داری دارای میانگین ارتفاع بوته، عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح بیشتری نسبت به رقم اروفلور بود (جدول ۴). تفاوت میانگین این صفات در دو رقم، ناشی از تفاوت عوامل ژنتیکی آنها می‌باشد. اثر متقابل

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس برای صفات مختلف

درصد روغن دانه	عملکرد دانه (Kg/ha)	عملکرد دانه (g)	وزن هزار دانه (g)	قطر طبق (cm)	ارتفاع بوته (cm)	میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
						تعداد روز R _۱ تا مرحله R _۴	تعداد روز R _۲ تا مرحله R _۶	تعداد روز R _۳ تا مرحله R _۵	تعداد روز R _۴ تا مرحله R _۷	تعداد روز R _۵ تا مرحله R _۸		
۵/۹۴	۱۷۱۲۵۵۱۲**	۱۸۸۲/۲۵**	۳۹۹/۸۸**	۳۸/۶۴***	۱/۵۶	۳/۸۹**	۴/۱۷	۴/۵۶**	۸/۳۵**	۲	تکرار	
۸/۸۷	۸۸۳۶۰۹	۹۷/۰۹	۲۹/۸۴	۲/۲۶	۲۰/۴۷۱	۰/۵	۰/۷۶	۰/۹۵	۰/۹۸	۱۲	تیمار کودی (T)	
۵/۳۸	۴۴۱۹۴۲	۴۸/۵۸	۱۴/۲۵	۱/۳۷	۱۰۶/۸	۰/۲۹	۰/۶۱	۰/۷۱	۱/۰۴	۲۴	خطای a	
۶/۸۸	۲۹۱۰۹۴۱*	۳۱۹/۹۳*	۱۶/۴۱	۱/۳۶	۴۷۰۴/۴۳***	۲۸/۳۲***	۱۱۸/۱۵**	۲۲/۶۲**	۰/۰۱	۱	رقم (V)	
۱/۹۷	۲۱۸۳۲۵۴**	۲۳۹/۹۷*	۴۰/۸۸*	۲/۲۲*	۴۷/۳۸	۰/۸۲	۰/۶۵	۰/۳۹*	۰/۷۴	۱۲	V * T	
۱/۹۱	۴۳۰۷۹۹	۴۷/۳۵	۱۶/۸۵	۰/۸	۷۸/۵۵	۰/۵۱	۰/۵	۰/۱۸	۰/۸۳	۲۶	خطای b	

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴. میانگین صفات مختلف در تیمارهای کودی و ارقام

درصد روغن دانه	عملکرد دانه (Kg/ha)	عملکرد دانه در بوته (g)	وزن هزار دانه (g)	قطر طبق (cm)	ارتفاع بوته (cm)	افزایش کامل (R _۱) (رسیدگی فیزیولوژیک)	مرحله R _۵ (گرده افشانی کامل)	مرحله R _۵ (شروع گلدهی)	تعداد روز تا R _۵	تعداد روز تا R _۳	تعداد روز تا R _۱	تعداد روز تا R _۰	تعداد روز تا R _۰	عامل آزمایشی
۴۰/۷۲	۵۵۸۹	۵۸/۶	۵۱/۱	۱۶/۶	۱۷۵/۴	۸۳/۵	۷۵/۵	۵۷/۲	۴۹/۸	۴۹/۸	۶/۵	T _۱		تیمار کودی
۳۳/۴۰	۴۸۳۱	۵۰/۷	۴۸/۳	۱۶/۴	۱۷۶/۴	۸۳/۲	۷۵/۲	۵۷/۵	۴۹/۳	۴۹/۳	۷/۳	T _۲		
۴۴/۱۸	۵۰۳۸	۵۲/۸	۴۸/۱	۱۶/۲	۱۷۸/۴	۸۳/۸	۷۴/۸	۵۶/۲	۴۸/۸	۴۸/۸	۶/۵	T _۳		
۴۵/۸۸	۵۲۷۳	۵۵/۳	۴۷/۵	۱۶/۲	۱۷۷/۷	۸۳/۰	۷۵/۰	۵۷/۲	۴۸/۸	۴۸/۸	۶/۸	T _۴		
۴۲/۴۰	۵۰۳۱	۵۵/۷	۴۹/۴	۱۶/۹	۱۷۷/۱	۸۲/۸	۷۴/۸	۵۶/۸	۴۹/۸	۴۹/۸	۷/۳	T _۵		
۴۴/۵۸	۵۲۰۳	۵۲/۸	۴۶/۸	۱۶/۱	۱۷۳/۵	۸۳/۳	۷۵/۳	۵۷/۰	۴۹/۳	۴۹/۳	۶/۷	T _۶		
۳۳/۳۸	۴۹۸۳	۵۴/۶	۴۸/۷	۱۶/۹	۱۸۲/۳	۸۳/۳	۷۵/۳	۵۷/۰	۵۰/۰	۵۰/۰	۷/۲	T _۷		
۳۳/۱۰	۵۹۱۷	۵۲/۲	۴۶/۲	۱۶/۶	۱۸۱/۰	۸۳/۵	۷۵/۵	۵۷/۲	۴۹/۸	۴۹/۸	۷/۳	T _۸		
۳۳/۰۷	۵۱۷۴	۶۲/۰	۵۲/۴	۱۸/۱	۱۷۱/۶	۸۳/۲	۷۵/۲	۵۷	۴۹/۳	۴۹/۳	۶/۰	T _۹		
۴۲/۴۵	۵۱۷۴	۶۱/۶	۵۱/۴	۱۷/۴	۱۶۲/۴	۸۳/۳	۷۵/۳	۵۷/۳	۴۹/۸	۴۹/۸	۷/۰	T _{۱۰}		
۴۳/۱۸	۵۵۸۹	۵۸/۶	۴۹/۷	۱۷/۶	۱۶۶/۰	۸۳/۵	۷۵/۵	۵۷/۷	۴۹/۵	۴۹/۵	۶/۷	T _{۱۱}		
۴۳/۲۲	۵۳۷۸	۵۶/۴	۴۹/۱	۱۶/۹	۱۷۱/۷	۸۳/۵	۷۵/۵	۵۷/۲	۴۹/۸	۴۹/۸	۷/۲	T _{۱۲}		
۴۲/۹۵	۶۰۱۴	۶۳/۱	۵۳/۸	۱۷/۱	۱۶۹/۹	۸۳/۸	۷۵/۸	۵۷/۲	۴۹/۵	۴۹/۵	۷/۰	T _{۱۳}		
۲/۷۶	۷۹۲	۸/۳	۴/۵	۱/۴	۱۲/۳	۰/۶۳	۰/۶	۰/۹۳	۱/۰	۱/۰	۱/۲	LSD(٪۵)		
۳۳/۵۷	۵۵۸۰	۵۸/۵	۴۹/۹	۱۶/۷	۱۸۲/۰	۸۲/۷	۷۴/۶۹	۵۵/۹	۴۸/۹	۴۸/۹	۶/۹	رقم		های سان ۳۳
۳۲/۹۸	۵۱۹۳	۵۴/۵	۴۹/۰	۱۷/۰	۱۶۶/۴	۸۳/۹	۷۵/۹	۵۸/۳	۵۰/۰	۵۰/۰	۶/۹	اروفلور		
۰/۶۴	۳۰۶	۳/۲	۱/۹	۰/۴	۴/۱	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۴	LSD(٪۵)		

جدول ۵. میانگین‌های اثر متقابل تیمار کودی و رقم برای صفات مختلف

تیمار	رقم	تعداد روز تا مرحله R _۳	قطر طبق (cm)	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه در بوته (g)	عملکرد دانه (Kg /ha)
T1	های سان ۳۳	۴۹/۶	۱۵/۴۴	۴۷/۱۲	۵۲/۰۴	۴۹۶۴
T1	اروفلور	۵۰/۰	۱۷/۷۳	۵۵/۱۲	۶۵/۱۵	۶۲۱۵
T2	های سان ۳۳	۴۸/۷	۱۵/۶۴	۴۶/۱۸	۴۶/۶۲	۴۴۴۷
T2	اروفلور	۵۰/۰	۱۷/۰۸	۵۰/۴۷	۵۴/۶۷	۵۲۱۴
T3	های سان ۳۳	۴۸/۳	۱۵/۷۸	۴۷/۲۰	۵۱/۶۹	۴۹۳۰
T3	اروفلور	۴۹/۷	۱۶/۶۲	۴۸/۹۵	۵۳/۹۵	۵۱۴۶
T4	های سان ۳۳	۴۸/۳	۱۶/۰۷	۴۹/۹۰	۵۷/۶۵	۵۴۹۹
T4	اروفلور	۴۹/۳	۱۶/۲۴	۴۵/۱۲	۵۹/۹۱	۵۰۴۷
T5	های سان ۳۳	۴۸/۳	۱۶/۹۸	۴۹/۹۳	۶۱/۰۳	۵۸۲۱
T5	اروفلور	۴۹/۳	۱۶/۷۷	۴۸/۹۵	۵۰/۲۵	۴۷۹۳
T6	های سان ۳۳	۴۸/۳	۱۶/۱۴	۴۸/۲۷	۵۸/۱۷	۵۵۴۸
T6	اروفلور	۵۰/۳	۱۶/۱۳	۴۵/۲۵	۴۷/۳۳	۴۵۱۴
T7	های سان ۳۳	۴۹/۷	۱۷/۰۷	۵۲/۰۳	۵۸/۹۴	۵۶۲۲
T7	اروفلور	۵۰/۳	۱۶/۶۸	۴۵/۴۳	۵۰/۱۶	۴۷۸۴
T8	های سان ۳۳	۴۹/۷	۱۶/۴۷	۴۶/۲۲	۵۴/۰۴	۵۱۵۵
T8	اروفلور	۵۰/۰	۱۶/۷۰	۴۶/۱۸	۵۰/۴۴	۴۸۱۱
T9	های سان ۳۳	۴۹/۰	۱۹/۲۲	۵۷/۹۵	۷۴/۳۳	۷۰۹۰
T9	اروفلور	۴۹/۷	۱۶/۸۷	۴۶/۹۰	۴۹/۷۴	۴۷۴۴
T10	های سان ۳۳	۴۹/۰	۱۷/۵۸	۵۴/۱۵	۷۳/۷۰	۷۰۳۰
T10	اروفلور	۵۰/۷	۱۷/۱۸	۴۸/۷۰	۴۹/۴۶	۴۷۱۷
T11	های سان ۳۳	۴۸/۷	۱۷/۲۶	۴۸/۳۲	۵۱/۱۸	۴۸۸۲
T11	اروفلور	۵۰/۳	۱۷/۱۰	۵۱/۰۲	۶۶/۰۲	۶۲۹۷
T12	های سان ۳۳	۴۹/۳	۱۵/۹۷	۴۷/۰۳	۵۳/۲۴	۵۰۷۸
T12	اروفلور	۵۰/۳	۱۷/۸۵	۵۱/۰۷	۵۹/۵۳	۵۶۷۷
T13	های سان ۳۳	۴۹/۰	۱۷/۸۹	۵۴/۱۷	۶۷/۸۶	۶۴۷۲
T13	اروفلور	۵۰/۰	۱۷/۱۱	۵۳/۳۸	۵۸/۲۴	۵۵۵۵
	LSD(/۵)	۱/۱۲	۱/۷۵	۶/۶۳	۱۱/۶۴	۱۱۱۱

شد که این افزایش از لحاظ آماری معنی دار نبود ولی از لحاظ اقتصادی قابل توجه می باشد (جدول ۵). در مطالعه دیگری نیز افزایش فسفر خاک افزایش عملکرد دانه را در آفتابگردان به دنبال داشته است (۱۲). افزایش قابل توجه عملکرد دانه در تیمار T۹ نسبت به T۸ در رقم های سان ۳۳ نشان داد که افزودن آهن به خاک موجب افزایش معنی دار عملکرد دانه در این رقم شد، به طوری که تیمار T۹ (NPK+Fe) نسبت به تیمار T۸ (NPK) و T۱ (شاهد) به ترتیب ۳۷/۵ درصد و ۴۲/۸ درصد افزایش معنی دار عملکرد دانه را به همراه داشت (جدول ۵). استفاده از کودهای آهن دار در گیاهان ذرت (۷) و سورگوم (۱۱) نیز موجب افزایش عملکرد دانه شده است. مقایسه میانگین های عملکرد دانه نیز نشان داد که تیمارهای کودی Zn یا Mn به تنهایی یا هم زمان و به صورت مخلوط کردن در خاک یا محلول پاشی در رقم های سان ۳۳ تأثیری بر بهبود عملکرد دانه نداشت (جدول ۵).

نتایج تجزیه رگرسیون و ضرایب هم بستگی (جدول ۶) نشان داد که وزن هزار دانه و قطر طبق به ترتیب اهمیت از اجزای اصلی عملکرد دانه بودند. با توجه به عدم تأثیر معنی دار تیمارهای کودی بر میزان روغن دانه و عدم وجود هم بستگی معنی دار بین عملکرد روغن و درصد روغن دانه (جدول ۶) و همچنین هم بستگی بالای عملکرد روغن با عملکرد دانه ($r = 0.97^{**}$)، این طور استنباط می شود که تغییرات عملکرد روغن می تواند ناشی از تغییرات عملکرد دانه باشد. در مطالعات دیگر نیز تغییرات عملکرد دانه روغن را در آفتابگردان بیشتر ناشی از تغییرات عملکرد دانه بیان نمودند (۱ و ۳). در این مطالعه ضریب هم بستگی عملکرد دانه در واحد سطح با وزن هزار دانه و قطر طبق بالا و به ترتیب برابر $r = 0.90^{**}$ و $r = 0.76^{**}$ بود. در مطالعه دیگری در آفتابگردان نیز قطر طبق و وزن هزار دانه دارای ضریب هم بستگی معنی دار و به ترتیب برابر با $r = 0.83^{**}$ و $r = 0.52^*$ با عملکرد دانه بودند (۳). قطر طبق با وزن هزار دانه نیز ضریب هم بستگی بالایی داشت ($r = 0.76^{**}$) که با ضریب هم بستگی بین این دو صفت در یک

در مقایسه با شاهد تمام تیمارهای کودی به استثنای T۱۱ موجب کاهش (۹ تا ۲۸٪) عملکرد دانه در واحد سطح در رقم اروفلور شدند، اگر چه این کاهش فقط در تیمارهای کودی T۴، T۵، T۶، T۷، T۸، T۹، و T۱۰ معنی دار بود. کمترین بیشترین کاهش عملکرد دانه در این رقم به ترتیب در تیمارهای T۱۲ و T۶ مشاهده شد (جدول ۵). در مقابل کلیه تیمارهای کودی به استثنای T۲ و T۳ و T۱۱ موجب افزایش عملکرد دانه در رقم های سان ۳۳ شدند. لذا کاهش قابل ملاحظه عملکرد دانه در اثر تیمارهای کودی در رقم اروفلور و افزایش معنی دار آن در رقم های سان ۳۳ موجب معنی دار شدن اثر متقابل بین رقم و تیمار کودی و معنی دار نشدن اثر تیمار کودی برای این صفت در جدول تجزیه واریانس گردید (جدول ۳). اثر متقابل معنی دار بین مقادیر مختلف نیتروژن و رقم برای عملکرد دانه آفتابگردان در مطالعات دیگر نیز گزارش شده، به طوری که بعضی ارقام زودرس تر به استفاده از نیتروژن پاسخ مثبت بیشتری نشان داده اند (۸). افزایش معنی دار عملکرد دانه نسبت به شاهد در رقم های سان ۳۳ در اثر اعمال تیمارهای کودی T۹، T۱۰ و T۱۳ به ترتیب برابر ۴۳٪، ۴۲٪ و ۳۰٪ بود (جدول ۵). در رقم های سان ۳۳ حداکثر میانگین قطر طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در هکتار در اثر تیماری کود T۹ حاصل شد. افزایش معنی دار عملکرد دانه در اثر استفاده از عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در آفتابگردان در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (۱۲).

نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از هر نوع کود شیمیایی به طور معنی دار یا غیر معنی دار موجب کاهش عملکرد دانه در رقم اروفلور شد. در رقم های سان ۳۳ نیز استفاده از کود نیتروژن دار به تنهایی موجب کاهش عملکرد دانه شد. کاهش عملکرد دانه آفتابگردان (۹) و یا افزایش آن در یکی از مناطق مورد آزمایش (۱۳) در اثر اضافه کردن کود نیتروژن دار به خاک نیز مشاهده شده است. در این مطالعه تیمار کودی پتاسیم به تنهایی و یا هم زمان با ازت یا فسفر و یا استفاده از نیتروژن به همراه فسفر موجب افزایش عملکرد دانه در رقم های سان ۳۳

جدول ۶. ضرایب هم‌بستگی بین صفات

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱- تعداد روز تا مرحله R۳	۱									
۲- تعداد روز تا مرحله R۵	۰/۵۹	۱								
۳- تعداد روز تا مرحله R۶	۰/۴۶	۰/۶۲	۱							
۴- تعداد روز تا مرحله رسیدگی	۰/۴۶	۰/۶۲	۰/۹۹	۱						
۵- قطر طبق	۰/۰۴	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۳۰	۱					
۶- وزن هزار دانه	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۷۶	۱				
۷- عملکرد دانه در بوته	-۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۷۶	۰/۸۹	۱			
۸- عملکرد دانه در واحد سطح	-۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۷۶	۰/۹۰	۰/۹۹	۱		
۹- درصد روغن دانه	-۰/۲۵	-۰/۱۲	-۰/۱۲	-۰/۱۲	-۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۱۰	۱	
۱۰- عملکرد روغن در واحد سطح	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۱۴	-۰/۱۴	۰/۷۱	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۳۲	۱

ضرایب هم‌بستگی که قدر مطلق آنها بیشتر از ۰/۳۹ و یا ۰/۵۰ می‌باشد، به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار هستند.

فرض جمع پذیر بودن اثر تیمارهای کودی NPK و آهن، انتظار می‌رود استفاده هم‌زمان آنها موجب افزایش عملکرد دانه برابر ۴۲٪ نسبت به شاهد شد و این با نتایج به دست آمده تطابق داشت، چون تیمار NPK+Fe نسبت به شاهد دارای حدود ۴۳ افزایش عملکرد دانه بود (جدول ۵). بنابراین افزودن کود آهن دار (سکسترون) موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در رقم های‌سان ۳۳ شد و به نظر می‌رسد در شرایط مشابه با شرایط این آزمایش، دادن کود آهن دار به خاک به منظور افزایش تولید در بعضی ارقام آفتابگردان نظیر های‌سان ۳۳ از لحاظ اقتصادی قابل توجیه باشد.

سپاسگزاری

این پژوهش بخشی از یک پروژه ملی در قالب پروژه‌های تحقیقات ویژه توسعه کشور (توتک) با شماره ثبت ۲۱۲۵۵ است و بدینوسیله از شورای پژوهش‌های علمی کشور و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و هم‌چنین از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان به دلیل فراهم نمودن زمینه انجام این پژوهش بسیار سپاسگزاری می‌گردد.

مطالعه دیگر (۳) مطابقت دارد. در تجزیه رگرسیون نیز وزن هزار دانه و قطر طبق به ترتیب وارد مدل شدند و هر کدام ۷۹ درصد و ۲ درصد از تغییرات عملکرد دانه در واحد سطح را توجیه نمودند. در مطالعات دیگر نیز اندازه و تعداد دانه در طبق مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه معرفی شده و بیشتر تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفته‌اند (۱۴). در این مطالعه نیز تغییرات عملکرد دانه در واحد سطح در بین تیمارهای کودی بیشتر ناشی از تغییرات وزن دانه و قطر طبق بود.

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که تأثیر کودهای شیمیایی بر عملکرد دانه آفتابگردان بسیار بستگی به رقم داشت، به طوری که افزودن کودهای شیمیایی به خاک دارای تأثیر منفی بر عملکرد دانه در رقم ارو فلور بود، ولی افزودن کود دارای عنصر آهن (سکسترون) به خاک موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در رقم های‌سان ۳۳ شد. با توجه به این که تیمار کودی NPK (T۸) نسبت به شاهد (T۱) افزایش غیر معنی‌دار و برابر ۴ درصد عملکرد دانه را موجب شد و افزایش عملکرد دانه در تیمار NPK+Fe نسبت به NPK معنی‌دار و برابر ۳۸٪ بود، می‌توان نتیجه گرفت که افزودن کود آهن دار به خاک موجب ۳۸٪ افزایش عملکرد دانه شد. لذا با

منابع مورد استفاده

۱. جنتی، م.ر. ۱۳۸۱. تأثیر آرایش کاشت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان هیبرید های سان ۳۳. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲. خلد برین، ب. و ط. اسلام زاده. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه). جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز.
۳. فروزنده شهرکی، ا. ۱۳۸۱. بررسی بررسی اثرات روش های مختلف تهیه بستر بر رشد رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان (هیبرید اروفلور) به عنوان کشت دوم در اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
4. Abel, G.H. 1976. Effects of irrigation regimes, planting dates, nitrogen levels, and row spacing on safflower cultivars. *Agron. J.* 68:448-451.
5. Chaudhry, A. U. and M. Sarwar. 1999. Optimization of nitrogen fertilizer in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Pak. J. Bio.Sci.*, 2:242-243.
6. Christensen, J. V., W. G. Legge, R. M. Depauw, A. M. F. Hennig, J. S. McKenzie, B. Siemens and J. B. Thomas. 1985. Effect of seeding date, nitrogen and phosphate fertilizer on growth, yield and quality of rapeseed in northwest Alberta. *Can. J. Plant Sci.* 65: 275-284.
7. Godsey, C.B., J.P. Schmidt, A. J. Schlegel, R.K. Taylor, C.R. Thompson and R.J. Gehl. 2003. Correcting iron deficiency in corn with seed row-applied iron sulfate. *Agron. J.* 95:160-166.
8. Halvorson, A.D., A. L. Black, J. M. Krupinsky, S. D. Merrill and D. L. Tanaka. 1999. Sunflower response to tillage and nitrogen fertilization under intensive cropping in a wheat rotation. *Agron. J.* 91: 637-642.
9. Hussein, M.A., El., Hattab and A.K. Ahmad. 1980. Effect of plant spacing and nitrogen levels on morphological characters, seed yield and quality in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Crop Sci.* 149: 148-156.
10. Malhi, S.S. and K.S. Gill. 2002. Effectiveness of sulphate-S fertilization at different growth stages for yield, seed quality and S uptake of canola. *Can. J. Plant Sci.* 82:665-674.
11. Mathers, A.C. 1970. Effect of ferrous sulfate and sulfuric acid on grain sorghum yield. *Agron. J.* 62: 555-556.
12. Nawaz, N., G., Sarwar, M. Yousaf, T. Naseeb, A. Amir. and M.J Shah. 2003. Yield and yield components of safflower as affected by various NPK levels. *Asian J. Plant Sci.* 2(7): 561-562.
13. Scheiner, J.D., F.H. Gutierrez-Boem and R.S. Lavado. 2002. Sunflower nitrogen requirement and ¹⁵N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. *Eurp. J. Agron.* 17:73-79.
14. Schneiter, A.A., J.F. Miller. 1981. Description of Sunflower growth stages. *Crop Sci.* 21:901-903.
15. Shamima, N. and S.M. Imamul Huq. 2002. Effect of sulphur fertilizer on yield and nutrient uptake of sunflower crop in an Albaquept soil. *Pak. J. Bio.Sci.* 5:533-536.
16. Steer, B.T. and E.K.S. Harrigan. 1986. Rates of nitrogen supply during different developmental stages affect yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Field Crop Res.* 14:221-231.
17. Weiss, E. A. 2000. *Oil Seed Crops.* Blackwell Science Ltd.