

اثر میزان و زمان تقسیط کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان

مژده صداقت^{۱*}، جمشید رزمجو^۱ و یحیی امام^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۵/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۵/۳۱)

چکیده

به منظور بررسی آثار سطوح مختلف کود نیتروژن و بهترین زمان مصرف آن بر گیاه آفتابگردان رقم یوروفلور پژوهشی مزرعه‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه در خرداد تا مهر ماه ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. در این آزمایش میزان نیتروژن در پنج سطح ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (از منبع اوره) و زمان تقسیط کود در چهار مرحله T۱ ("یک سوم کود پیش از کاشت"، "یک سوم چهاربرگی" و "یک سوم رویت طبق")، T۲ ("یک سوم پیش از کاشت"، "یک سوم چهاربرگی"، "یک سوم ۸۰ درصد گرده افشانی")، T۳ ("۱/۳ یک سوم پیش از کاشت"، "یک سوم تمایز طبق" و "یک سوم ۸۰ درصد گرده افشانی") و T۴ ("یک سوم چهاربرگی"، "یک سوم رویت طبق" و "یک سوم آغاز رسیدگی") مورد ارزیابی قرار گرفتند. میزان کلروفیل، قطر طبق، ارتفاع بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد ماده خشک، شاخص برداشت و عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که اغلب این صفات با افزایش میزان مصرف کود، افزایش یافتند. تقسیط کود نیتروژن جز در مورد عملکرد دانه بر روی صفات دیگر تأثیر معنی‌داری نداشت. بیشترین میزان عملکرد دانه ۳۰۸۹/۱ کیلوگرم در هکتار از تیمار T۱ (یک سوم کود پیش از کاشت، "یک سوم در مرحله چهاربرگی" و "یک سوم در مرحله رویت طبق") به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، آفتابگردان، کود نیتروژن، عملکرد، تقسیط نیتروژن

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

۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mojde.sedaghat@gmail.com

مقدمه

یکی از دانه‌های روغنی که مورد توجه قرار گرفته است آفتابگردان می‌باشد. آفتابگردان بعد از سویا، پنبه و کلزا، بیشترین تولید را در جهان دارد (۷). نیتروژن عنصری مهم و حیاتی برای گیاهان به شمار می‌رود که عرضه آن به وسیله انسان قابل تنظیم است. محتوای نیتروژن در گیاهان به‌طور میانگین بین ۲ تا ۴ درصد است. گیاهان زراعی می‌توانند نیتروژن را از راه ریشه و به دو صورت اکسید (یون NO_3) و احیا شده (یون NH_4) جذب کنند. نیتروژن از اجزای تشکیل‌دهنده اسیدهای آمینه، کلروفیل، آنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها بوده و نقش عمده‌ای در فیزیولوژی گیاه دارد (۹، ۱۰ و ۱۷). نیتروژن بر کمیت و کیفیت روغن دانه اثرگذار است (۶). جذب کافی نیتروژن به وسیله گیاه موجب افزایش پروتئین و درشتی میوه و دانه می‌شود. هر چه غلظت نیتروژن در برگ‌ها افزایش یابد، شدت کربن‌گیری را زیاده‌تر می‌کند؛ زیرا نیتروژن غیر از آن‌که به‌صورت پروتئین در گیاه وجود دارد، عنصر اصلی تشکیل‌دهنده کلروفیل یا سبزینه گیاه نیز می‌باشد که عامل اساسی در کربن‌گیری است (۱۰). رشد و نمو رویشی و زایشی در گیاهان وابسته به تأمین میزان کافی نیتروژن می‌باشد. به‌عنوان مثال فقدان نیتروژن کافی در گیاهان باعث کاهش تولید برگ و اندازه سطح برگ می‌شود که در نتیجه باعث کاهش یافتن سطح دریافت‌کننده نور جهت فتوسنتز می‌باشد. (۸) حدود ۷۵ درصد از نیتروژن برگ در کلروپلاست‌ها پیدا می‌شود که بیشتر این میزان در ریبولوز کربوکسیلات بی فسفات سرمایه‌گذاری می‌شود (۲۱). بنابراین میزان پایین‌تر فتوسنتز در شرایط محدودیت نیتروژن ناشی از کاهش میزان کلروفیل و فعالیت روبیسکو می‌باشد. افزایش میزان نیتروژن در دسترس گیاه باعث افزایش میزان نیتروژن در برگ می‌شود. میزان نیتروژن برگ و میزان فتوسنتز در بیشتر گیاهان C3 و C4 رابطه مثبتی دارند (۲۲).

برای نمو مناسب گیاهان تأمین نیتروژن آنها در هر یک از مراحل رشد لازم است، اما کاربرد کود به تنهایی ملاک

نمی‌باشد، بلکه تأمین مداوم نیتروژن برای گیاه نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. فرآیندهای متابولیکی که بر پایه میزان پروتئین، رشد رویشی و زایشی و میزان محصول را افزایش می‌دهند به‌طور کلی به میزان نیتروژن کافی بستگی دارند (۵). بنابراین لزوم برنامه‌ریزی درست جهت افزودن میزان مناسب کود و تقسیم‌بندی زمانی مناسب آن براساس مراحل مختلف رشد گیاه آفتابگردان ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به موارد ذکر شده زمان و میزان مناسب مصرف نیتروژن برای گیاه آفتابگردان بسیار مهم است. افزودن این کود در زمان نامناسب ممکن است موجب این شود که کود به‌طور مناسب توسط گیاه جذب نشود و مقداری از آن در خاک باقی بماند و باعث آلودگی‌های آب و خاک شود. چنین سوء مدیریت هم‌چنین هزینه بیشتری را به کشاورز تحمیل می‌کند و ممکن است در زمان نیاز گیاه، میزان لازم N برای گیاه تأمین نشود و از پتانسیل کامل تولید آن استفاده نشود.

متأسفانه آنچنان که در مورد گیاهانی مانند گندم و برنج پژوهشی انجام شده، در مورد چگونگی تقسیم نیتروژن و میزان مناسب آن برای این گیاه پژوهش کافی صورت نگرفته است. درعین حال با مشخص کردن میزان و زمان مناسب استفاده از این کود برای گیاه آفتابگردان می‌توان بسیاری از خصوصیات کیفی و کمی این گیاه را افزایش داد و به ارزش غذایی این گیاه افزود. پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر میزان و زمان‌های مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان و برنامه‌ریزی برای میزان و زمان مناسب افزودن کود در مراحل مختلف رشد برای بهبود صفات کیفی و کمی گیاه آفتابگردان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در خرداد تا مهر ماه سال ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. برخی مشخصه‌های خاک مزرعه در جدول ۱ ارائه شده

جدول ۱. نتایج آزمون خاک مزرعه پژوهشی

در صد رس	بافت خاک	ماده آلی (درصد)	pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	نیترژن کل (درصد)	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم)	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم)	ویژگی
								مقدار
۲۴٪	لوم رسی	۱/۴	۷/۸۵	۶	۰/۱۱	۱۶۳	۲۳/۷	

شد. میزان کلروفیل برگ‌ها آغاز رویت طبق و ۲۰ روز پس از رویت طبق توسط دستگاه Minolta Co. Japan SPAD 502 اندازه‌گیری شد. هم‌چنین ارتفاع بوته در طول دوره رشد در دو مرحله (۸۰٪ گرده‌افشانی، رسیدگی فیزیولوژیک) با انتخاب تصادفی ۵ بوته از هر کرت انجام گرفت. با تهیه ۵ نمونه ۱۰۰ تایی از هر کرت (تکرار) و با استفاده از ترازو وزن هزار دانه محاسبه شد. به منظور محاسبه اجزای عملکرد، ۵ طبق به‌طور تصادفی در هر کرت انتخاب شده و تعداد بذر در طبق و وزن هزار دانه آنها تعیین گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه از ۴ مترمربع از هر کرت طبق‌ها انتخاب شدند و سپس تمام دانه‌ها از طبق‌ها جدا گردیده و وزن خشک کل آنها با گذاشتن نمونه‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد بعد از ۷۲ ساعت به‌دست آمد. در نهایت مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح آماری ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

میزان کلروفیل

اثر میزان مصرف نیترژن در هر دو مرحله اندازه‌گیری کلروفیل در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بدین صورت که بیشترین میزان کلروفیل مربوط به سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. (جدول ۳). با توجه به این‌که نیترژن از جمله عناصر ضروری تشکیل‌دهنده کلروفیل محسوب می‌گردد، از این‌رو افزایش در میزان آن در محیط رشد گیاه، منجر به افزایش میزان کلروفیل می‌گردد (۲۴ و ۱). تأثیر زمان کاربرد نیترژن به میزان کلروفیل در اندازه‌گیری مرحله دوم در سطح احتمال ۱

است. مقادیر نیترژن و فسفر خاک به‌ترتیب توسط روش‌های کلدال (۴) و اولسن و همکاران (۱۲) اندازه‌گیری شد. قبل از اجرای آزمایش و برای اطلاع از وضعیت فیزیکی شیمیایی خاک، اقدام به نمونه‌برداری مرکب از خاک مزرعه از عمق صفر تا سی سانتی‌متری شد. در جدول ۱ نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش نشان داده شده است.

با توجه به آزمایش‌های مرکز تحقیقات فارس (زرقان)، رقم استاندارد یوروفلور که رقمی با مقاومتی بالا به خوابیدگی، سازگار با شرایط گرم و خشک، خودبارور و با پتانسیل عملکرد بالا می‌باشد، به‌عنوان دانه روغنی مناسب جهت کشت در منطقه انتخاب گردید. کود اوره (با ۴۶ درصد نیترژن خالص) در مقادیر و زمان‌های مورد نظر به‌صورت سرک به کرت‌ها اضافه گردید. کود نیترژنی در پنج سطح ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ کیلوگرم نیترژن خالص در هکتار براساس پژوهش‌های پیشین (۱۸ و ۱۴) و هم‌چنین آزمون خاک انتخاب شد. زمان مصرف نیترژن در مراحل مختلف نمو براساس روش اشنایتر و میلر (۱۶) در چهار تیمار T1 ("یک سوم کود پیش از کاشت"، یک سوم در مرحله چهاربرگی" و "یک سوم در مرحله رویت طبق R1)، T2 ("یک سوم پیش از کاشت"، "یک سوم در مرحله چهاربرگی"، "یک سوم در ۸۰٪ گرده افشانی")، T3 ("۱/۳ یک سوم پیش از کاشت"، "یک سوم در مرحله تمایز طبق R2" و "یک سوم در ۸۰٪ گرده افشانی") و T4 ("یک سوم در مرحله چهاربرگی"، "یک سوم رویت طبق R1" و "یک سوم آغاز رسیدگی") در نظر گرفته شد که زین پس در متن به‌صورت اختصار آورده می‌شود. آبیاری زمین هر ۱۰ روز یکبار انجام

جدول ۲. تجزیه واریانس دو مرحله کلروفیل، قطر طبق، ارتفاع، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد ماده خشک و شاخص برداشت آفتابگردان برای مقادیر و زمان‌های مختلف کاربرد کود نیتروژن

شاخص برداشت	عملکرد ماده خشک		عملکرد دانه		وزن هزار دانه		دانه در طبق		ارتفاع بوته		قطر طبق		کلروفیل مرحله دوم		کلروفیل مرحله اول		درجه آزادی	
	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار	مقدار
۵۵/۷۹	۱۰۲۵۱۸۹۶	۳۶۲۴۷	۱۲/۰۳	۲۹۸۴/۴	۵۳۹/۱۲	۱/۸۲	۳۷/۵۹	۱۰۷/۷۱	۲	بلوک								
۲۵/۳۵ ^{NS}	۳۳۷۷۵۴۵۸ ^{**}	۴۸۹۳۳۱۳ ^{**}	۲۹۹/۷۵ ^{**}	۳۷۲۱۸۴/۸ ^{**}	۳۰۰۹/۹۲ ^{**}	۸۱/۷۵ ^{**}	۱۶۷/۳۴ [*]	۱۵۲/۳۳ [*]	۴	میزان کود								
۳۹/۱۴ ^{NS}	۶۳۴۸ ^{NS}	۴۳۲۴۶۳ [*]	۶۰/۸۹ ^{**}	۴۷۹۰۳/۹ ^{**}	۲۰۲۵/۴۴ ^{**}	۱۴/۱۴ ^{**}	۱۹۱/۵۱ ^{**}	۲۷/۲۰ ^{NS}	۳	زمان کاربرد کود								
۳/۲۳ ^{NS}	۵۰۶۶۹ ^{NS}	۶۳۸۶۹ ^{NS}	۱۳/۵۹ ^{NS}	۵۱۶۷/۳ ^{NS}	۲۴۴۷۷ ^{NS}	۱/۵۶ ^{NS}	۲۸/۶۷ ^{NS}	۱۱/۴۰ ^{NS}	۱۲	میزان×زمان								
۲۵/۴۱	۲۶۷۰۰۰۱	۱۵۰۰۲۱	۹/۵۹	۵۵۳۲/۲	۲۰۸/۶۱	۱/۱۱	۴۳/۸۲	۴۵/۲۱	۳۸	خطا								

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. NS: غیرمعنی دار

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های دو مرحله کلروفیل، قطر طبق و ارتفاع گیاه آفتابگردان برای مقادیر و زمان‌های مختلف کاربرد کود نیتروژن T۱ (۱/۳ پیش از کاشت، ۱/۳ چهار برگی، ۱/۳ رویت طبق)، T۲ (۱/۳ پیش از کاشت، ۱/۳ چهار برگی، ۱/۳ در ۸۰٪/۸۰٪، T۳ (۱/۳ پیش از کاشت، ۱/۳ تمایز طبق، ۱/۳ در ۸۰٪/۸۰٪، T۴ (۱/۳ چهار برگی، ۱/۳ رویت طبق، ۱/۳ آغاز رسیدگی)

عامل آزمایشی	کلروفیل مرحله اول (میلی‌گرم بر گرم برگ)	کلروفیل مرحله دوم (میلی‌گرم بر گرم برگ)	قطر طبق (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	زمان کاربرد
	۴۱/۹۴ ^{bc} #	۴۰/۹۴ ^c	۹/۲۹ ^d	۱۵۵/۳۳ ^c	۰	T1
	۴۲/۸۹ ^{bc}	۴۵/۵۲ ^{bc}	۱۱/۱۷ ^c	۱۶۲/۱۷ ^c	۵۰	T2
	۴۰/۵۴ ^c	۴۴/۴۳ ^{bc}	۱۳/۵۹ ^b	۱۷۷/۵۸ ^b	۱۰۰	T3
	۴۶/۹۸ ^{ab}	۴۷/۶۱ ^{ab}	۱۴/۸۵ ^a	۱۸۳/۵۰ ^{ab}	۱۵۰	T4
	۴۸/۹۸ ^a	۵۰/۹۹ ^a	۱۵/۵۲ ^a	۱۹۴/۳۳ ^a	۲۰۰	
	۴۴/۰۶ ^a	۴۷/۸۳ ^{ab}	۱۴/۲۵ ^a	۱۸۸/۶۰ ^a		T1
	۴۴/۰۴ ^a	۴۳/۱۱ ^{bc}	۱۲/۷۵ ^b	۱۸۱/۶۷ ^a		T2
	۴۲/۸۷ ^a	۴۲/۷۰ ^c	۱۲/۶۱ ^{bc}	۱۶۸/۲۷ ^b		T3
	۴۶/۱۱ ^a	۴۹/۹۶ ^a	۱۱/۹۵ ^c	۱۵۹/۸۰ ^b		T4

در هر ستون و برای هر ویژگی تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشد.

در یک گروه قرار داشتند (جدول ۳). نیتروژن اثر افزایشده‌ای بر ارتفاع بوته‌ها داشت. به نظر می‌رسد که افزایش نیتروژن قابل دسترس گیاه، تقویت رشد رویشی را در پی داشته و بدین ترتیب ارتفاع بوته‌های آفتابگردان افزایش یافته است. نیتروژن باعث استقرار گیاه، رشد و توسعه عمومی اندام‌ها و افزایش ارتفاع بوته می‌شود. با افزایش میزان نیتروژن، ساخت هورمون‌هایی مانند اکسین و سایتوکنین که دارای نیتروژن هستند، افزایش می‌یابد. با افزایش این هورمون‌ها در گیاه تقسیم سلولی، طولی شدن و بزرگ شدن سلول‌ها، اندام‌زایی و رشد اندام‌ها افزایش می‌یابد که این افزایش شامل ارتفاع گیاه نیز می‌شود (۱۰). در مورد تیمار زمان مصرف نیتروژن بیشترین میزان در زمان T1 مشاهده شد که برابر با ۱۸۸/۶ سانتی‌متر بود در حالی که با تیمار T2 در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۳). در هر دو این تیمارها کود اوره مورد نظر در مرحله پیش از کاشت و چهار برگی به گیاه داده شده که به نظر می‌رسد کاربرد نیتروژن در این مراحل، استقرار به هنگام گیاه و افزایش ارتفاع بوته را به همراه دارد.

تعداد دانه در طبق

تأثیر میزان مصرف نیتروژن بر تعداد دانه در طبق در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بدین صورت که بیشترین میزان مربوط به تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. ولی این تفاوت بین سطوح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار معنی‌دار نشد (جدول ۴). افزایش معنی‌دار تعداد دانه در طبق نسبت به تیمار شاهد به این دلیل است که نیتروژن از طریق توسعه مریستم زاینده گلچه‌ها سبب افزایش قطر طبق و در نهایت باعث افزایش تعداد دانه در طبق می‌شود (۲۳، ۲۵ و ۲۶). تأثیر زمان مصرف نیتروژن بر تعداد دانه در طبق در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بدین صورت که بیشترین میزان مربوط به تیمار T1 به مقدار ۷۷۳/۹۵ گرم بود (جدول ۴). گرچه تفاوت معنی‌داری با تیمار T2 نداشت. استر و هوکینگ (۱۹) بیان کردند که کاربرد نیتروژن قبل از آغازش و تشکیل

درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین میزان کلروفیل از مصرف نیتروژن در تیمار T4 به دست آمد (جدول ۳). دلیل زیاد بودن میزان کلروفیل در تیمار T4 را می‌توان به نزدیک بودن زمان کوددهی به زمان اندازه‌گیری کلروفیل مربوط دانست. برهمکنش میزان و زمان مصرف نیتروژن بر محتوای کلروفیل نیز معنی‌دار نگردید (جدول ۲).

قطر طبق

تأثیر میزان کود و زمان مصرف آن بر قطر طبق در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار قطر طبق در سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در مشاهده شد اما تفاوت معنی‌داری بین تیمار ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار وجود نداشت (جدول ۳). در این شرایط مازاد کود نیتروژن از ۱۵۰ به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار برای گیاه قابل استفاده نبوده و بدین ترتیب بین این دو تیمار از لحاظ آماری اختلافی دیده نشد. افزایش رشد رویشی و توسعه اندام‌های هوایی گیاه ناشی از مصرف زیادتر کود نیتروژن، گیاه را قادر به تولید طبق‌های بزرگ‌تر نموده است. چنین نتیجه‌ای با یافته‌های ناروال و مالیک (۱۱) و صالحی و بحرانی (۱۴) و زوبریسکی و زیممرمن (۲۶) هماهنگی دارد. در تیمارهای زمان مصرف کود بیشترین مقدار مربوط به سطح T1 به میزان ۱۴/۲۵ سانتی‌متر بود (جدول ۳). در این مورد در تیمار T1 به نظر می‌رسد که کود مورد نظر در این مراحل برای گیاه مناسب بوده و قطر طبق را افزایش داده است. برهمکنش تیمارهای این آزمایش بر قطر طبق معنی‌دار نشد (جدول ۲).

ارتفاع گیاه

تأثیر میزان و زمان کاربرد نیتروژن بر ارتفاع گیاه از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین مقدار ارتفاع گیاه در تیمار کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین میزان ارتفاع به تیمار شاهد مربوط می‌شد. ضمن این که سطوح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از لحاظ آماری

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک و شاخص برداشت گیاه آفتابگردان برای مقادیر و زمان‌های مختلف کاربرد کود نیتروژن

شاخص برداشت	عملکرد ماده خشک	عملکرد دانه	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	هزار دانه (گرم در مترمربع)	تعداددانه در طبق	عامل آزمایشی
۲۴/۲ ^a	۸۶۰۵/۶ ^d	۲۰۳۸/۰ ^d	۳۰/۵ ^{۳c}	۵۰۹/۵۰ ^{d#}	۰	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)
۲۴/۹ ^{۱a}	۱۰۰۸۵/۴ ^c	۲۴۶۴/۷ ^c	۳۴/۸۵ ^b	۶۱۶/۱۷ ^c	۵۰	
۲۷۰/۰۴۸ ^a	۱۱۴۵۲/۹ ^b	۳۰۹۶/۲ ^b	۳۷/۳۸ ^b	۷۷۶/۱۳ ^b	۱۰۰	
۲۶/۶۸ ^a	۱۲۴۲۱/۵ ^{ab}	۳۲۹۵/۰ ^{ab}	۴۱/۰۵ ^a	۸۲۰/۱ ^{ab}	۱۵۰	
۲۷/۵۹ ^a	۱۳۴۵۰/۰ ^a	۳۶۰۹/۷ ^a	۴۳/۱۴ ^a	۸۶۹/۹۳ ^a	۲۰۰	زمان کاربرد
۲۷/۵۱ ^a	۱۱۲۰۰/۴ ^a	۳۰۸۹/۱ ^a	۴۰/۱ ^a	۷۷۳/۹۵ ^a	T1	
۲۷/۳۷ ^a	۱۱۱۹۷/۲ ^a	۲۹۸۴/۴ ^{ab}	۳۷/۱۷ ^b	۷۵۳/۱۷ ^a	T2	
۲۵/۲۶ ^a	۱۱۱۸۳/۰ ^a	۲۸۲۲/۷ ^{ab}	۳۷/۰۶ ^b	۶۹۷/۵۹ ^b	T3	
۲۴/۲۱ ^a	۱۱۱۳۱/۸ ^a	۲۷۰۵/۶ ^b	۳۵/۲۳ ^{ab}	۶۴۸/۷۴ ^b	T4	

در هر ستون و برای هر ویژگی تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشد.

نیتروژن بیشتر واقع نشده است. دیدگاه دیگر می‌تواند به وفور نیتروژن در خاک و عدم توانایی خاک در نگهداری آن و آبشویی نیتروژن در کرت‌هایی که نیتروژن زیادتری دریافت کرده‌اند نسبت داده شود.

شاخص برداشت

نسبت عملکرد اقتصادی به کل عملکرد بیولوژیک گیاه را شاخص برداشت گویند. در این بررسی میزان کاربرد کود نیتروژن شاخص برداشت اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). چنین استنباط می‌گردد که افزایش هم‌زمان وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه در اثر کاربرد کود نیتروژن موجب گردیده است تا شاخص برداشت تغییرات چندانی نداشته باشد و اثر کود نیتروژن بر آن معنی‌دار نگردد. اثر زمان‌های مصرف نیتروژن بر شاخص برداشت از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲). اما بیشترین شاخص برداشت به تیمار T1 مربوط بود. سینق و کاردی (۱۸) گزارش کردند که شاخص برداشت تحت تأثیر زمان کوددهی قرار می‌گیرد و هر چه ازت در مراحل پیشرفته‌تر رشد مصرف شود، شاخص برداشت به مقدار بیشتری افزایش می‌یابد.

عملکرد دانه

تأثیر میزان مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بدین صورت که بیشترین میزان عملکرد مربوط به سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. نیتروژن به دلیل این که جزیی از ساختار کلروفیل است در بین عناصر بیشترین تأثیر را بر فتوسنتز دارد (۱۰). به همین دلیل با افزایش آن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن عملکرد دانه در واحد سطح افزایش می‌یابد. بنابراین به نظر می‌رسد کاربرد میزان ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار جهت حصول عملکرد مطلوب دانه کافی باشد و بیان‌گر افزایش عملکرد دانه به ازای حد معینی از کاربرد نیتروژن در هکتار می‌باشد. به صورت فراگیر، کاربرد نیتروژن از راه افزایش معنی‌دار قطر

گلچه‌ها در ایجاد غالبیت انتهایی و افزایش دانه در طبق و در نهایت، افزایش عملکرد دانه مؤثر است. بنابراین به دلیل این که در زمان T1 کاربرد تمامی نیتروژن قبل از تشکیل مریستم زایشی مولد گلچه‌ها بوده این اختلاف معنی‌دار حاصل شده است.

وزن هزار دانه

تأثیر میزان کاربرد نیتروژن بر وزن هزار دانه در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نیتروژن از اجزای تشکیل‌دهنده کلروفیل، آنزیم‌ها، اسیدهای آمینه و پروتئین‌های موجود در ساختار گیاه است و جذب کافی آن می‌تواند باعث افزایش کربن‌گیری و فتوسنتز شود که در نهایت، سبب درشتی و پر شدن میوه و دانه می‌گردد (۱۰). به نظر می‌رسد یکی از دلایل افزایش وزن هزار دانه در اثر استفاده از نیتروژن کاهش درصد پوکی دانه‌ها است. تأثیر زمان کاربرد نیتروژن بر وزن هزار دانه در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). دلیل افزایش وزن هزار دانه در تیمار T1 می‌تواند به دلیل افزودن کود اوره قبل از تشکیل مریستم زایشی باشد که می‌تواند هم بر تعداد دانه و هم وزن هزار دانه تأثیرگذار باشد.

عملکرد ماده خشک

تأثیر میزان مصرف نیتروژن بر عملکرد ماده خشک در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). مقادیر بهینه نیتروژن توانست از طریق افزایش کربن‌گیری و فتوسنتز باعث افزایش تولید ماده خشک توسط گیاه شود (۱۳ و ۲۰). هم‌چنین از عدم اختلاف بین تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار چنین به نظر می‌رسد که در شرایط این آزمایش کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار احتیاجات نیتروژن گیاه را تأمین نموده و افزایش بیشتر از این مقدار تغییر محسوسی در وزن خشک تولیدی در واحد سطح به وجود نیاورده است و یا بر طبق قانون مینیم لیبیک پس از تأمین این مقدار نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) عنصر دیگری عامل محدودکننده رشد بوده و وزن خشک تولیدی در واحد سطح تحت تأثیر کود

یا بخشی از نیتروژن در ابتدای فصل رشد و یا بخشی از نیتروژن در ابتدا و بخشی دیگر با تأخیر کمی نسبت به میان فصل باعث تولید بیشترین مقدار عملکرد دانه می‌شود. در مطالعه آنها کاربرد بخشی از نیتروژن در اواخر فصل رشد در عملکرد دانه مؤثر نبود. روی هم رفته برای گیاه آفتابگردان رقم یوروفلور در شرایط آب و هوایی مشابه شیراز میزان کود نیتروژن دار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و با تقسیط کود به صورت تیمار T1 ("یک سوم کود پیش از کاشت"، یک سوم در مرحله چهاربرگی" و "یک سوم در مرحله رویت طبق"، پیشنهاد می‌شود.

طبق، تعداد دانه در هر طبق، وزن هزار دانه و کاهش معنی‌دار درصد بوکی میوه منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد. تأثیر زمان‌های کاربرد نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بدین صورت که بیشترین میزان عملکرد مربوط به تیمار T1 (یک سوم کود پیش از کاشت، "یک سوم در مرحله چهاربرگی" و "یک سوم در مرحله رویت طبق") بود که برابر با ۳۰۸۹/۱ کیلوگرم شد (جدول ۴). که تفاوت آن با تیمارهای T2 و T3 معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد که دلیل افزایش عملکرد دانه در تیمار T1 کاربرد کود نیتروژن در مراحل کاشت و به ساقه رفتن باشد. استر و همکاران (۱۹) گزارش کردند که کاربرد همه نیتروژن در ابتدای فصل رشد و

منابع مورد استفاده

- Ahmadi, A., P. Ehsanzade and F. Jabbari. 2007. Introduction to Plant Physiology. University of Tehran press, Tehran. (In Persian)
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1985. Official Methods of Analysis. 4th(ed.), Arlington, VA., USA.
- Blamey, F. P. C. and J. Chapman. 1981. Protein, Oil, and Energy yields of Sunflower as affected by N and P fertilization. *Agronomy Journal* 73: 583-587.
- Bremner, J. M. and C. S. Mulvani. 1982. Total nitrogen. PP. 595-623. In: Miller, R. H. and D. R. Keeny(Eds.), *Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy*, Madison, WI.
- Cechin, I. and T. Fatima Fumis. 2004. Effect of nitrogen supply on growth and Photosynthesis of sunflower plants grown in the green house. *Plant Science* 166: 1379-1385.
- Holmes, M. R. J. and D. Bennett. 1979. Effect of nitrogen fertilizer on the fatty acid composition of oil from low euruic acid rape varieties. *Journal of the Science and Food of Agriculture* 30: 264-266.
- Khajepour, M. R. 2004. Principles and basics of Agronomy. Isfahan University of Technology, Isfahan.
- Lawlor, D.W. 2002. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. *Journal of Experimental Botany* 53: 773-787
- Malakooti, M. J. and M. Homae. 2004. Soil fertility in arid and semiarid "problems and solutions". Tarbiat Modares University, Tehran.
- Mengel. K. and E. A. Kirkby. 2001. Principles of Plant Nutritions. Kluwer Academic Pub. paperback - 849 pages.
- Narwal, S. S. and D.S. Malik. 1985. Response of sunflower cultivars to plant density and nitrogen. *The Journal of Agriculral Science* 104: 95-97.
- Olsen, S. R., C. V. Cole, Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. 939. US Govern. Pring. Office, Washington, DC.
- Ozer, H., T. Polat and E. Ozturk. 2004. Response of irrigated sunflower (*Helianthus annus* L.) hybrids to nitrogen fertilization: growth, yield and yield components. *Plant, Soil and Environment* 50(5): 205-211.
- Salehi, F. and M. J. Bahrani. 2000. Sunflower Summer-planting yield as affected by plant population and nitrogen application rates. *Iran Agricultural Research* 18: 63- 72.
- Salisbury, F. B. and Ross, C. W. 1991. Plant Physiology. Wadsworth Pub. Company. Belmont California.
- Schneiter, A. A. and J. F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Science* 21: 901-903.
- Shirani Rad, A. H. 2000. *Crop Phisiology* Tehran Institue of Technology, Tehran.
- Singh, C. M. and S. J. S. Quadri. 1984. Response of sunflower to rate and time of N fertilizer application. *The Journal of Agricultural Research* 2: 76-78.
- Steer, B. T. and P. J. Hocking. 1983. Leaf and floret production in sunflower (*Helianthus annuus* L.) as affected by nitrogen supply. *Annals of Botany advance access* 52: 267-277.

20. Steer, B. T., P. D. Coaldrake, C. J. Pearason and C. P. Canty. 1986. Effect of nitrogen supply and population density on plant development and yield components of sunflower (*Helianthus annus* L.). *Field Crops Research* 13: 99-115.
21. Taylor, A. J., C. J. Smith and I. B. Wilson. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of Canola (*Brassica Napus* L.). *Nutrient Cycling in Agroecosystem* 29: 246-260.
22. Toth, V. R., I. Meszkaros, S. Veres and J. Nagy. 2002. Effects of the available nitrogen on the photosynthetic activity and xanthophyll cycle pool of maize in field. *Journal of Plant Physiology* 159: 627- 634.
23. Tripathi, H. P. and U. S. Sawhney. 1989. Nutrient uptake and quality of sunflower as influenced by irrigation and nitrogen levels. *The Journal of Agricultural Research* 4: 83-87.
24. Wood, C. W., D. V. W., Reeves, R. R. Duffield and k. L., Edmisten. 1992. Field Chlorophyll measurments for evaluation of corn nitrogen sttus. *Journal of Plant Nutrition* 13: 487-500.
25. Zaongo, C. G. L., C. W., Wentdt, R. J. Lasceanao and A. S. R. Juo. 1997. Interactions of water, mulch and nitrogen on sorghum in Niger. *Plant and Soil* 197: 119-126.
26. Zubriski, J. C. and D. C. Zimmerman. 1974. Effect of nitrogen, phosphorus, and plant density on sunflower. *Agronomy Journal* 66: 798-801.