اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای آن در آفتاب‌گردان

علی مجیری و احمد ارزانی[۱]

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم کاشت بر عملکرد دانه و اجزای آن در آفتاب‌گردان، آزمایشی در سال ۱۳۷۵ با استفاده از رقم رکورد در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد . چهار میزان کود نیتروژنه (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و چهار سطح تراکم بوته (۶۵، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ هزار بوته در هکتار) با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده در چارچوب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بررسی گردید. صفات مراحل نموی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق، شمار طبق در واحد سطح، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، شمار دانه در طبق، درصد روغن، عملکرد روغن و درصد پروتئین اندازه‌گیری شد.

بر پایهٔ نتایج حاصل، مصرف کود نیتروژن موجب افزایش طول دوره رشد، شمار روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، قطر ساقه و قطر طبق گردید. تراکم کاشت زیاد بر میانگین ارتفاع بوته اثر افزایشی، ولی بر قطر ساقه و قطر طبق اثر کاهشی داشت. کود نیتروژن تا سقف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به همراه داشت، در حالی که سطح بالاتر کودی موجب کاهش آنها شد. تراکم کاشت بهینه با ۸۵ هزار بوته در هکتار به دست آمد. کود نیتروژن از طریق افزایش شمار دانه در طبق، و تراکم از طریق افزایش شمار طبق در واحد سطح عملکرد را تحت تأثیر قرار دادند. وزن هزار دانه تحت تأثیر کود نیتروژن و تراکم واقع نشد. با توجه به برتری سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار از لحاظ عملکرد دانه، چنین به نظر می‌رسد که این مقادیر کود نیتروژن و تراکم کاشت برای حصول عملکرد مناسب در منطقه مورد آزمایش و مناطق مشابه قابل توصیه باشد .

واژه‌های کلیدی: *آفتاب‌گردان، تراکم بوته، کود نیتروژن، عملکرد دانه و روغن*

---

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-01-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.9.5]

مقدمه

با این که آفتاب‌گردان (*Helianthus annuus* L.) یکی از محصولات مهم در رفع نیاز کشور به روغن نباتی است، هنوز جایگاه مناسبی در این زمینه کسب ننموده است، به نحوی که میزان عملکرد آن در بیشتر مناطق به لحاظ نبود راه‌کارهای مدیریتی صحیح، همچون مسائل به‌زراعی مانند میزان مناسب کود، تراکم کاشت و ارقام مناسب، پایین است (۱).

کود نیتروژنی به عنوان عامل محیطی مؤثر در رشد و عملکرد دانه در گیاهان زراعی از جمله آفتاب‌گردان شناخته می‌شود (۸). از سوی دیگر، در تولید هر کیلوگرم کود نیتروژنی جمعاً ۲۲۰۰۰ کیلو کالری انرژی از منابع غیر قابل تجدید مصرف می‌شود. ارزانی انرژی موجب کمی قیمت کود نیتروژنی و مصرف بی‌رویه آن شده است (۲۸). ضمن این که آلودگی آب‌های زیرزمینی و رودخانه‌ها ناشی از ورود نیترات به آنها را نیز نباید از نظر دور داشت (۷ و ۹).

هم‌چنین، وجود یک تراکم بوته مناسب برای بهره‌گیری حداکثر از عوامل موجود ضروری است. از این رو پژوهش‌های بسیاری در مورد تعیین بهترین میزان کود نیتروژنه و تراکم بوته و اثر آنها بر عملکرد و صفات گیاهی آفتاب‌گردان در مناطق مختلف انجام گرفته است. نتایج این پژوهش‌ها عموماً نشان می‌دهد که افزایش مصرف کود نیتروژنی تحریک رشد رویشی را سبب می‌شود، تأخیر در گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک را به دنبال دارد، و افزایش تراکم بوته موجب افزایش شمار روز تا گل‌دهی و کاهش روز تا رسیدگی می‌گردد (۳، ۸، ۱۰، ۱٤ و ۲۰).

گزارش‌های موجود در مورد آفتاب‌گردان گویای این است که افزایش مصرف کود نیتروژنه ارتفاع بوته و قطر ساقه را افزایش داده، و تراکم زیاد موجب افزایش ارتفاع و کاهش قطر ساقه می‌گردد (۱۱، ۱۵، ۱۷، ۳۱ و ۳۳). هم‌چنین، قطر طبق، که به گزارش میلر و فیک (۱۸) صفتی است که بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد تا عوامل ژنتیکی، به شدت تحت تأثیر کود نیتروژنی و تراکم کاشت قرار می‌گیرد. بدین صورت که میزان‌های بالای کود نیتروژنی موجب افزایش قطر طبق، و تراکم‌های زیاد موجب کاهش آن می‌گردد.

عموماً مصرف کود نیتروژن تا سطح معینی افزایش شمار دانه در طبق و افزایش وزن هزار دانه را موجب شده است، که این دو جزء عملکرد نقش آشکاری در افزایش عملکرد دارند (٦، ١٦، ۲۹ و ۳۰). افزایش تراکم تا هنگامی که از طریق شدت بخشیدن به رقابت برای دریافت نور و عناصر غذایی موجب کاهش بیش از حد شمار دانه در طبق و وزن هزار دانه نگردد، عملکرد را افزایش خواهد داد (۳ و ۲۹). شایان ذکر است که مصرف کود نیتروژنی کاهش درصد روغن و افزایش درصد پروتئین دانه را در پی دارد، در حالی که در مورد تأثیر تراکم بر درصد روغن و پروتئین گزارش‌های ضد و نقیضی وجود دارد (۱۲، ۱۳، ۱۹، ۲۹ و ۳۲). پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژنی و تراکم کاشت بر عملکرد دانه و اجزای آن، و هم‌چنین صفات کیفی دانه آفتاب‌گردان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در سال زراعی ۱۳۷۵ آزمایشی با استفاده از آفتاب‌گردان رقم رکورد در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف‌آباد با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی اجرا گردید. ارتفاع مزرعه ١٦٣٠ متر از سطح دریا و بر پایهٔ تقسیم‌بندی کوپن دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک است (۲).

خاک مزرعه مورد آزمایش از نوع لوم رسی می‌باشد و زمین آزمایش در سال قبل از اجرای آزمایش به صورت آیش بوده است. پیش ازانجام آزمایش از دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ٦٠ سانتی‌متری خاک مزرعه به منظور تجزیه فیزیکی و شیمیایی نمونه‌برداری شد.

در این بررسی از طرح کرت‌های یک بار خرد شده در چارچوب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-01-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.9.5]

شد. کود نیتروژنی به عنوان فاکتور اصلی در چهار سطح صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، و تراکم بوته به عنوان فاکتور فرعی در چهار سطح ٦٥، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ هزار بوته در هکتار در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول ۱۰ متر بود. کاشت در تاریخ ۲۹ اردیبهشت‌ماه و به صورت هیرم‌کاری و با دست انجام گرفت. نخستین آبیاری پس از کاشت بر اساس ۳±۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A انجام شد. در هر تیمار کودی نیمی از کود پیش از کاشت و نیم دیگر آن پیش از آغاز مرحله زایشی به صورت سرک به زمین اضافه گردید.

مراحل نمو بر اساس روش اشنایتر و میلر (۲۷) از زمان سبز شدن تا برداشت تعیین گردید. در مراحل R3 (جدایی گل‌آذین از براکته‌های اطراف)، R6 (انتهای دوران گرده‌افشانی) و R9 (رسیدگی فیزیولوژیک) ارتفاع بوته، قطر ساقه در پایین، وسط و بالا، قطر طبق و وزن خشک اندام هوایی اندازه گیری شد.

به منظور تعیین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت از ۲۵ بوته سه ردیف میانی، که طبق‌های آنها قبلاً توسط پارچه توری پوشانیده شده بود، استفاده شد. هم‌چنین، برای محاسبه اجزای عملکرد، پنج طبق از هر کرت فرعی انتخاب و شمار دانه و وزن هزار دانه محاسبه گردید. برای محاسبه میزان درجه–روز رشد از فرمول

$$Hi = [(Tmax + Tmin) / 2] - Tb$$

استفاده، و تجمع آن (GDD) تا مراحل مختلف محاسبه شد. در این رابطه Hi شاخص حرارتی روزانه بر حسب درجه–روز رشد، Tmax حداکثر دمای روزانه با حد بالایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد، Tmin حداقل دمای روزانه با حد پایینی ۷/۲ درجه سانتی‌گراد و Tb درجه حرارت پایه گیاه برابر ۷/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۲۰، ۲۱ و ۲۵).

استخراج روغن از ۲۰ گرم آرد دانه هر تیمار و به کمک حلال پترولیوم اتر و با کمک دستگاه سوکسله انجام گرفت. درصد پروتئین دانه با روش کلدال و با استفاده از دستگاه اتوماتیک اندازه‌گیری گردید.

تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌های تیمارها با استفاده از برنامه کامپیوتری SAS (۲٦) انجام گرفت، و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج در صد (LSD 5%) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تأثیر نیتروژن بر وزن خشک اندام‌های هوایی، عملکرد دانه و شاخص برداشت نشان داد که مقادیر مختلف نیتروژن اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد دانه دارد (جدول ۱). در این بررسی تأثیر اصلی کاربرد نیتروژن بر عملکرد دانه از طریق اثر بر تجمع سبزینه (بیوماس) اعمال گردید (جدول ۲). این نتایج با یافته‌های بانگ و همکاران (٤) هماهنگی دارد، و بنا بر گزارش آنها تأثیر نیتروژن از طریق اثر بر مساحت برگ، نورپذیری برگ‌های درونی و کارایی استفاده از پرتوتابی بر سبزینه آفتاب‌گردان اعمال می‌گردد. در پژوهش دیگری که در شرایط کمبود فسفر اجرا شد نیز تجمع سبزینه را به طور نزدیکی با توسعه سطح برگ مرتبط دانست (٢٤).

کود نیتروژن موجب افزایش دوره رشد رویشی و زایشی شد و کل دوران رسیدگی را حدود هفت روز به تأخیر انداخت. این امر می‌تواند به تحریک رشد رویشی توسط کود نیتروژن و نیز انتقال مجدد دیرتر مواد از برگ‌های مسن به برگ‌های جوان، و در نتیجه ظهور دیرتر علائم پیری ربط داده شود. تراکم کشت، روز تا ظهور طبق و گرده‌افشانی را ۳–٦ روز افزایش داد، ولی از گرده‌افشانی تا رسیدگی کامل این روند معکوس گردید، و طبق‌ها در تراکم‌های زیاد زودتر علائم رسیدگی را نشان دادند. این امر می‌تواند به کوچک‌تر شدن طبق‌ها در تراکم‌های زیاد به همراه رطوبت کمتر و ریزش برگ‌های پایینی گیاه و ظهور سریع‌تر علائم رسیدگی مربوط باشد (۳، ۲۲ و ۲۳).

اثر کود نیتروژن و تراکم بوته بر ارتفاع بوته، قطر ساقه و قطر طبق در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. افزایش تراکم بوته موجب افزایش ارتفاع بوته، کاهش قطر ساقه و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-01-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.9.5]

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس وزن خشک اندام هوایی، عملکرد دانه و شاخص برداشت تحت تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژنی و تراکم بوته

عوامل آزمایشی	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن خشک مرحله R9	عملکرد دانه	شاخص برداشت
بلوک	۲	٤٠٢٩٠٢٣	١٤٧٠١٦٩/٢	١٣/٥٠١
نیتروژن	۳	٣٧٠٦١٣٨٢/٨*	٤٤٨٢٣١١/٤*	٣/٩٤٧٩
خطی	۱	٩٤٠٩٤٠٦٥/١**	٩٦٧٦١٥٠/٤*	٢/٥٠٩
درجه ۲	۱	١٥٢٦٥٢٢٤/٢*	٣٤٥٦١٣٣/٣	٩/٠٠٦
درجه ۳	۱	١٨٢٦١٤٢/٦	٣١٤٦٥٠/٤	٠/٣٢٤٥
خطای (a)	٦	٤٣٤١٣٩٣/٥	٧٩٩٨٩٦/٦	١٢/٣٠٨٧
تراکم	۳	٢٠٥٧٧٠٩٥/٥**	٢٩٤٤٣٠٥/٧**	١٣/٢١٠٩**
خطی	۱	٥٦١١١٢٣٨/٩**	٥٣٨٥٠١٠/٤**	١/٦٧٧
درجه ۲	۱	٥١٦٨٥٥٩/٤**	٣٣٦١٢٦٦/٨**	٣٧/٦٣٧**
درجه ۳	۱	٤٥٠٩٧٠/١	٨٦٦٤٠	٠/٢٦٧٧
تراکم × نیتروژن	۹	٣٣٠٨٦٦/١	٨١٤٧٥/١	١/٨٤٨٤
خطای (b)	٢٤	٣٨٢٤٠١/١	٤١٣٦٧/٥	١/١٩٢٨

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

R9 : رسیدگی فیزیولوژیک

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین‌های[1] وزن خشک در مرحله R9، عملکرد دانه و شاخص برداشت برای سطوح مختلف کود نیتروژنی و تراکم بوته

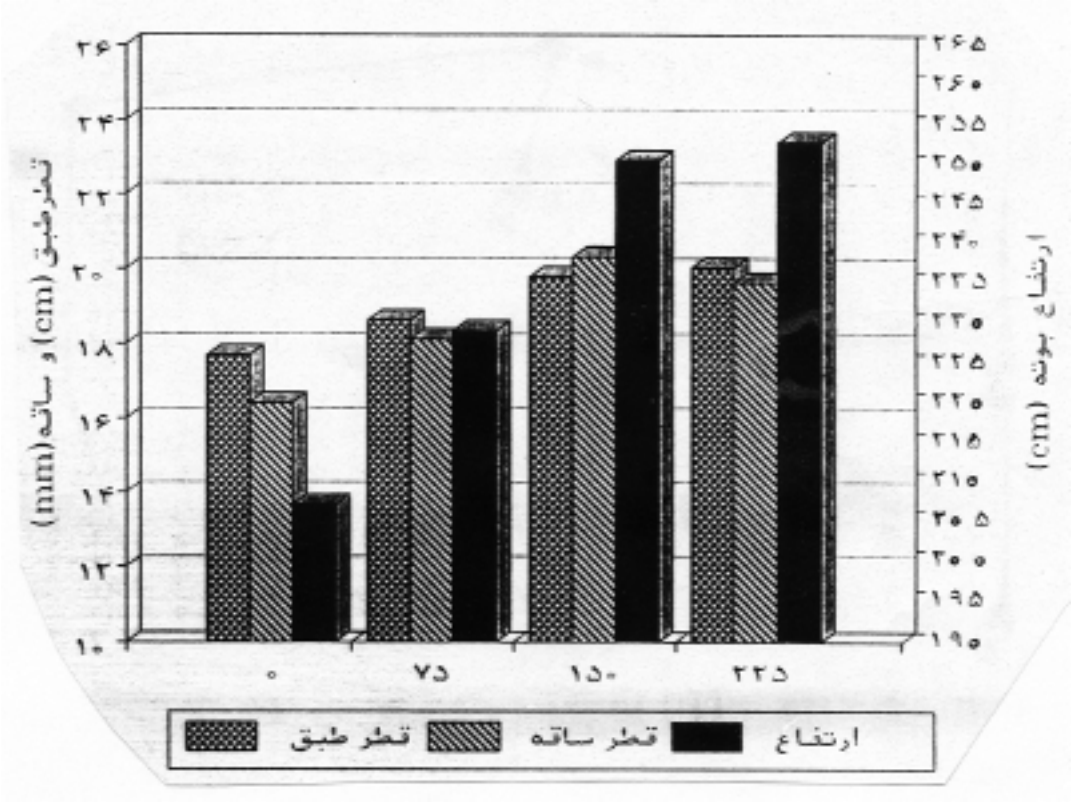
عوامل آزمایشی	وزن خشک مرحله R9 (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)			
۰	١٢٢٨٣/٠ c	٤١٨٨/٣٣ c	٣٠/٧٩ a
٧٥	١٤٣١٥/٠ b	٤٩٨١/٧٥ b	٣١/٣١ a
١٥٠	١٦٠٩٠/٦ a	٥٦٠٠/٥٨ a	٣١/٣٢ a
٢٢٥	١٥٨٦٦/١ ab	٥٣٢٠/٦٧ b	٣٠/١١ a
LSD 5%	١٨١٢/٧	٧٧٨/١	٣/١
تراکم بوته (هزار بوته در هکتار)			
٦٥	١٢٩٠٣/٥ c	٤٣٢٧/٨٣ c	٣٠/٢٧ b
٧٥	١٤٣٥٣/٤ b	٥٠٨٠/٦٧ b	٣١/٨٧ a
٨٥	١٥٥٨٠/٦ a	٥٤٩٤/٢٥ a	٣١/٦٩ a
٩٥	١٥٧١٨/٠ a	٥١٨٨/٥٨ b	٢٩/٧٢ b
LSD 5%	٥٢١/٠٤	١٧١/٣٧	٠/٢٠٩٢

۱. اعداد هر گروه واقع در یک ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری بدون اختلاف معنی‌دار (LSD 5%) می‌باشند.

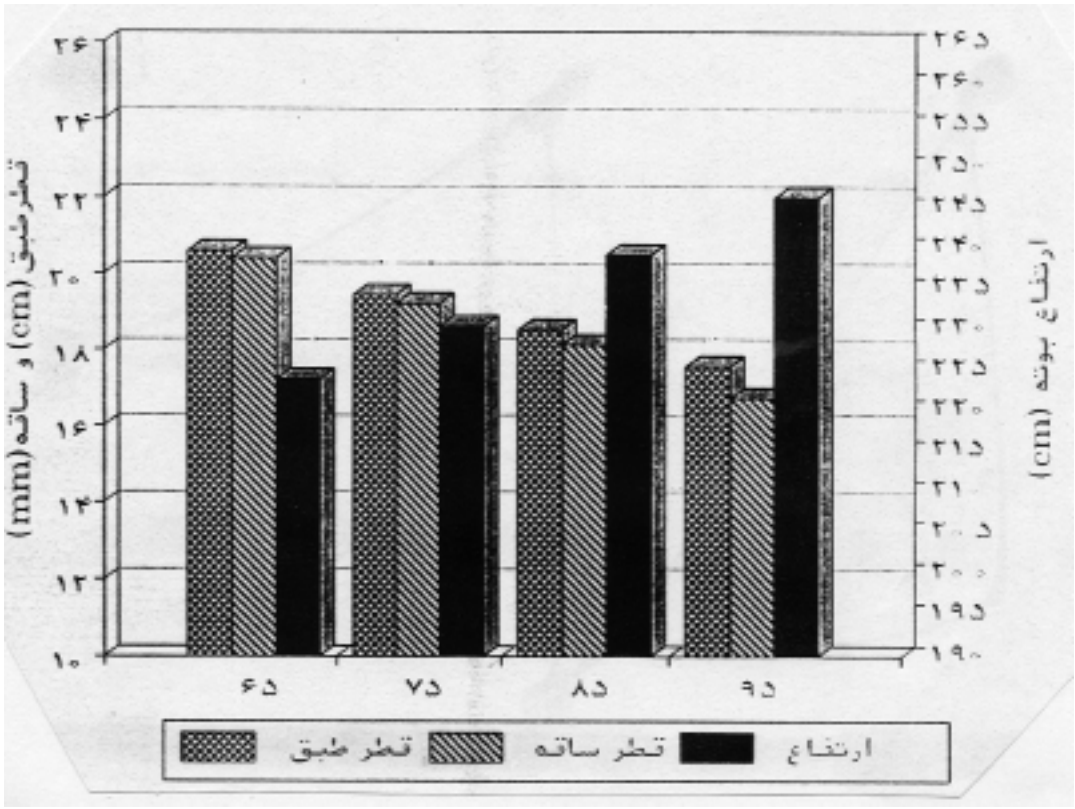
R9 : مرحله رسیدگی فیزیولوژیک

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-01-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.9.5]



شکل ۱. اثر میزان‌های مختلف کود نیتروژنی بر ارتفاع، قطر ساقه و قطر طبق آفتاب‌گردان



شکل ۲. اثر سطوح مختلف تراکم بوته بر ارتفاع، قطر ساقه و قطر طبق آفتاب‌گردان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-01-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.9.5]

کاهش قطر طبق گردید. در حالی که افزایش میزان نیتروژن به افزایش مقادیر هر سه صفت مزبور منجر شد، که این افزایش با شدت بیشتری در صفت ارتفاع گیاه ظاهر گردید.

با افزایش مصرف کود نیتروژن میانگین شمار دانه در طبق از ۸۷۵ در تیمار شاهد به حدود ۱۱۰۳ در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن رسید، سپس سیری نزولی را تا سطح ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن طی نمود. شمار دانه در طبق رابطه‌ای معکوس با تراکم کاشت داشت، و با افزایشی معادل ۳۰ هزار بوته در هکتار، به طور میانگین کاهشی برابر ۲۰۰ دانه در هر طبق دیده شد. وزن هزار دانه اگرچه برای کود نیتروژن سیری صعودی و برای تراکم بوته سیری نزولی داشت، ولی از لحاظ آماری اثر کود و تراکم بر آنها معنی‌دار نگردید. بدین ترتیب کود نیتروژن از طریق افزایش شمار دانه در طبق، و تراکم بوته از طریق افزایش شمار طبق در واحد سطح و کاهش شمار دانه در طبق عملکرد را تحت تأثیر قرار دادند.

کود نیتروژن تا سقف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه آفتاب‌گردان گشت، ولی تا سقف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن و احتمالاً به خاطر تحریک رشد رویشی و به تأخیر افتادن گرده‌افشانی و رسیدگی کاهش عملکرد محسوس بود. افزایش عملکرد با کاربرد کود نیتروژن را پژوهندگان زیادی در آفتاب‌گردان گزارش کرده‌اند (۶،۱۰، ۱۱، ۱۷ و ۱۹).

با افزایش تراکم بوته از ۶۵ به ۸۵ هزار بوته در هکتار نیز عملکرد دانه از ۴/۲ تن به ۵/۶ تن در هکتار افزایش یافت، و در تراکم ۹۵ هزار بوته در هکتار عملکرد دانه کاهش یافت، به نحوی که با تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفت. چنین به نظر می‌رسد که افزایش تراکم تا سقف ۸۵ هزا ر بوته در هکتار به نفع جزء اول عملکرد یعنی شمار طبق در واحد سطح بوده، که علاوه بر جبران کاهش شمار دانه در طبق مقداری نیز برعملکرد افزوده است، ولی افزایش بیشتر تراکم بوته به همراه شدیدتر شدن رقابت برای دریافت نور و عناصر غذایی چنان کاهشی را در شمار دانه باعث گشته که عملکرد به رغم افزایش شمار طبق در واحد سطح کاهش یافته است. این امر با معنی‌دار شدن رابطه درجه دوم برای اثر تراکم بر عملکرد دانه بهتر توجیه می‌گردد (جدول ۱).

سهم اجزای عملکرد در عملکرد دانه، که توسط رگرسیون مرحله‌ای پیشرو به دست آمد، به قرار زیر است:

$$GY=-۸۶۵۸/۲۴+۰/۰۷۶۸۸(GH)+۶/۷۲۲۵(H)+۱۴/۳۷۳۹(GW)$$

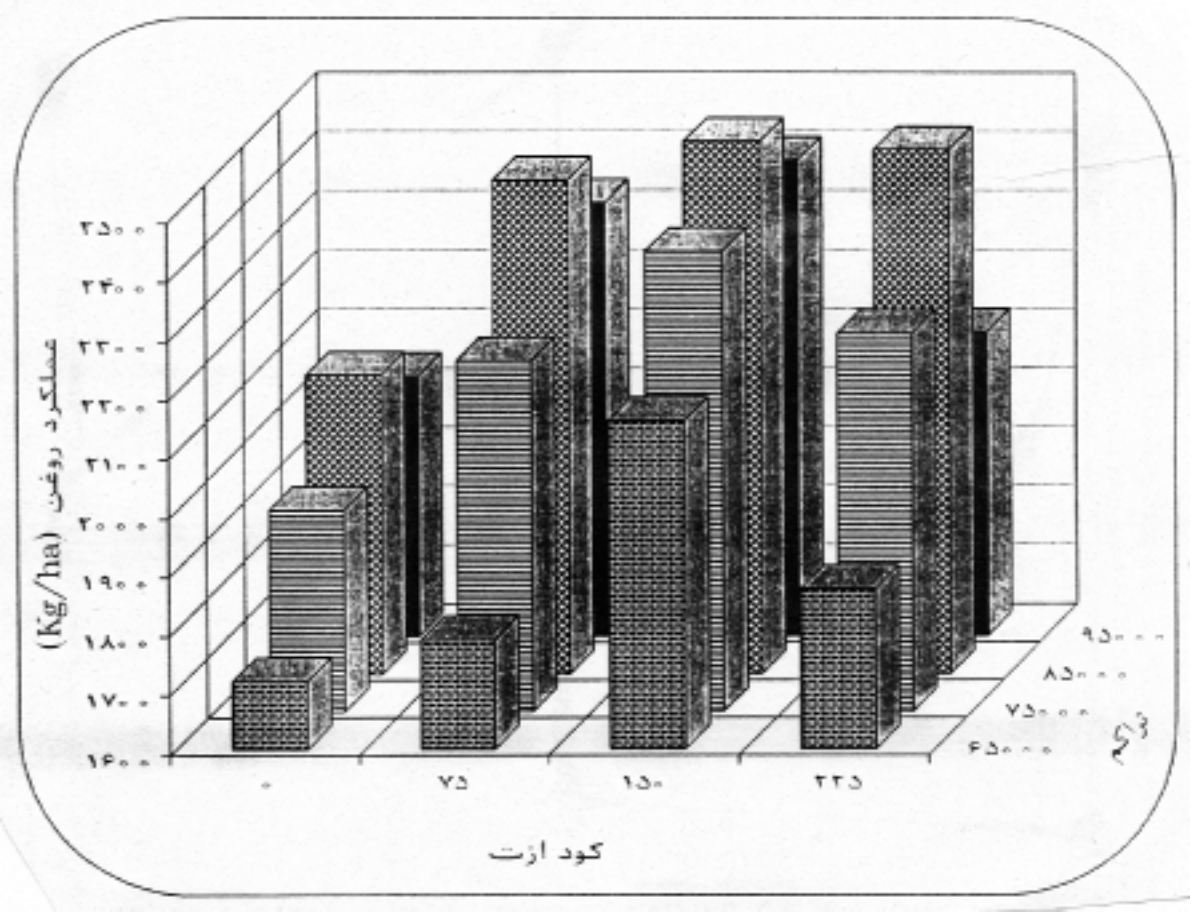
که در این رابطه GH شمار دانه در طبق، H شمار طبق در واحد سطح و GW میانگین وزن هزار دانه می‌باشد. به رغم این که وزن هزار دانه به عنوان مهم‌ترین جزء عملکرد در این رابطه است، ولی به طور معنی‌دار تحت تأثیر کود نیتروژنی قرار نگرفت. بنابراین، تیمارهای مورد آزمایش عمدتاً" با تأثیر بر شمار دانه در طبق، و به مقدار جزئی با تأثیر بر شمار طبق در واحد سطح موجب تغییر در عملکرد دانه شده‌اند.

عملکرد بیولوژیک گیاه نیز تحت تأثیر مصرف کود نیتروژن واقع شد. همان گونه که از نتایج جدول ۲ پیدا است، عملکرد بیولوژیک با مصرف کود نیتروژن حدود چهار تن افزایش یافته است، اگرچه تیمارهای ۱۵۰ و ۲۲۵ و نیز ۷۵ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در یک گروه آماری واقع شده‌اند. تراکم نیز وزن خشک اندام هوایی را در واحد سطح افزایش داد، ولی اختلاف معنی‌داری بین تراکم‌های ۸۵ و ۹۵ هزار بوته در هکتار دیده نشد. از سویی، از نتایج جدول ۲ می‌توان دریافت که وزن خشک اندام‌های هوایی در واحد سطح به ازای افزایش هر واحد ۷۵ کیلویی نیتروژن و نیز به ازای هر واحد ۱۰ هزارتایی در تراکم کاشت در سطوح بالاتر به میزان کمتری افزایش یافته، و روابط خطی و درجه دوم برای اثر آنها معنی‌دار گشته است. با توجه به مقایسه میانگین‌های جدول ۲ این گونه به نظر می‌رسد که افزایش هم‌زمان وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه در اثر به کارگیری کود نیتروژن موجب گردیده است تا شاخص برداشت تغییرات چندانی نداشته باشد، و اثر کود نیتروژن بر آن معنی‌دار نگردد. نتایج مشابهی در این زمینه گزارش شده است (۵).

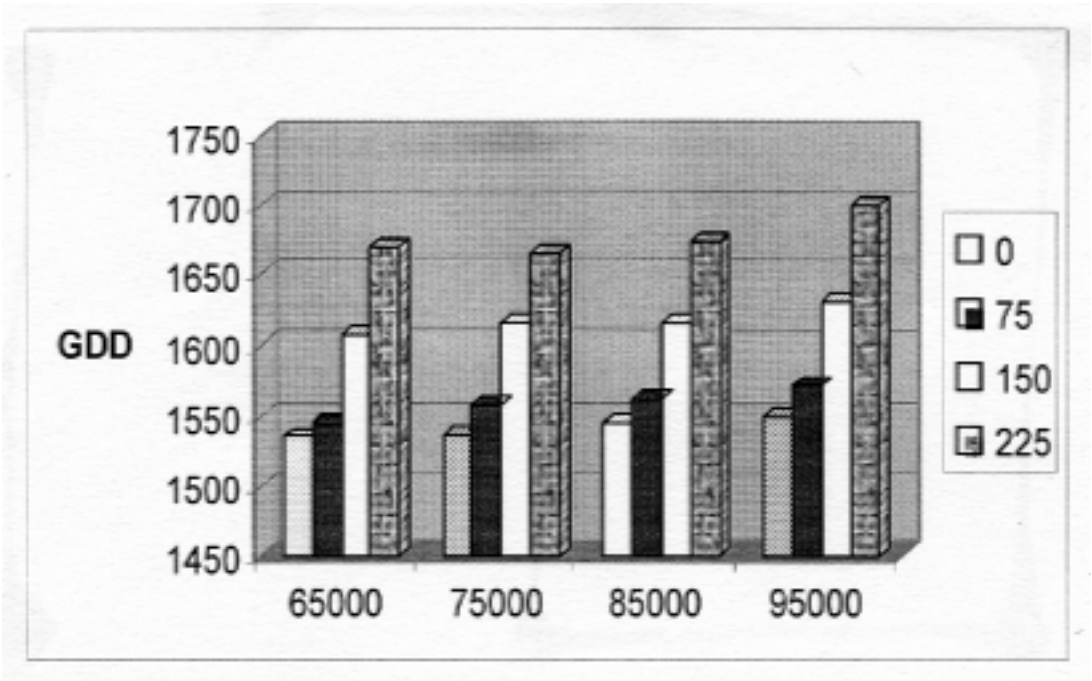
تراکم بوته اثر بسیار معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت و بالاترین میزان شاخص برداشت در تراکم ۸۵ هزار بوته در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-01-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.9.5]



شکل ۳. اثر متقابل کود نیتروژنی و تراکم کاشت بر عملکرد روغن آفتاب‌گردان



شکل ٤. اثر متقابل کود نیتروژنی و تراکم بوته بر درجه-روز رشد (GDD)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-01-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.9.5]

هکتار حاصل شد. کاهش شاخص برداشت در تراکم ۹۵ هزار بوته در هکتار به افزایش رقابت بین بوته‌ها برمی‌گردد. به عقیده زافارونی و اشنایتر (۳۳) افزایش رقابت در تراکم‌های بیشتر به طور نسبی عملکرد دانه را بیشتر از عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر قرار می‌دهد، و شاخص برداشت کاهش خواهد یافت.

وجود رابطه منفی بین میزان مصرف کود نیتروژن با درصد روغن دانه آفتاب‌گردان نیز کاملاً آشکار بود، به نحوی که بیشترین درصد روغن دانه مربوط به تیمار شاهد با ٤٦/٦ درصد، و کمترین آن مربوط به تیمار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن با ٤٠/٨ درصد بود. بیشتر گزارش‌ها مؤید کاهش درصد روغن در اثر فراهمی کود نیتروژن قابل دسترسی گیاه است، و این موضوع را مربوط به وجود رابطه منفی بین درصد روغن و درصد پروتئین دانه دانسته‌اند (٦، ۱۱ و ۱۹). تغییرات عملکرد روغن در واحد سطح تحت تأثیر متقابل کود نیتروژن و تراکم بوته قرار گرفت (شکل ۳). به هر حال کود نیتروژن به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار بیشترین عملکرد روغن را ایجاد کرد. خاروارا و بیندرا (١٦) بیشترین درصد روغن را در بالاترین سطح تراکم بوته یافتند. در آفتاب‌گردان بیشتر گزارش‌ها گویای افزایش درصد روغن دانه در اثر افزایش تراکم بوته است (۱۰، ۱۸ و ۲۲) و از سوی دیگر کاهش درصد روغن به همراه افزایش عملکرد روغن را در اثر افزایش کاربرد کود نیتروژن نشان می‌دهند (۱۳، ۲۹ و ۳۲). در پژوهش حاضر کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین دانه داشت و موجب افزایش آن شد، در حالی که این صفت تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت (داده‌ها ارائه نشده است).

تراکم بوته و میزان کود نیتروژنی اثری افزایشی بر شمار روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (R9) داشتند (شکل ٤). با توجه به این که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار در تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار بیشترین عملکرد دانه و روغن را داشته است، بنابراین به عنوان بهترین دوره رشد با درجه-روز رشد (GDD) برابر ١٦١٧ در منطقه مورد آزمایش مطرح می‌باشد. کود نیتروژن دوره رشد رویشی و زایشی گیاه آفتاب‌گردان را افزایش داد، به نحوی که تفاوت این دوره بین ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن و شاهد (بدون مصرف کود) ۱۳۳ درجه-روز رشد بود. در همین زمینه، بانگ و همکاران (٤) گزارش کردند که کود نیتروژن دوره رشد و نمو آفتاب‌گردان را افزایش می‌دهد. السی و همکاران (۳) تأخیر در دوره گل‌دهی رقم پریدویک را به میزان چهار روز، با افزایش تراکم بوته از ٢٦ به ۱۰۰ هزار بوته مشاهده کردند.

منابع مورد استفاده

۱. عرشی، ی. و م. جعفری. ١٣٦٧. گزارش پژوهشی آفتاب‌گردان . انتشارات مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، کرج.

۲. کریمی، م. ١٣٦٦. *آب و هوای منطقه مرکزی ایران*. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.

3. Alessi, J., J. F. Power and D. C. Zimmerman. 1977. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and spacing. Agron. J. 69: 465-469.

4. Bange, M. P., G. L. Hammer and K. G. Rickret. 1997. Effect of specific leaf nitrogen on radiation use efficiency and growth of sunflower. Crop Sci. 37: 1201-1207.

5. Bekie, H. J. and S. A. Brandet. 1996. Sunola response to nitrogen fertilization. Can. J. Plant Sci. 76: 783-789.

6. Blamey, F. P. C. and J. Chapman. 1981. Protein, oil and energy yield of sunflower as affected by N and P fertilization. Agron. J. 73: 583-587.

7. Bohlool, B. B., J. K. Ladha, D. P. Garrity and T. George. 1992. Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: a perspective. Plant and Soil 141: 1-11.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-01-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.9.5]

8. Debaeke, P., M. Cabelguenn, A. Hilaire and D. Raffaillac. 1998. Crop management system for rainfed and irrigated sunflower (*Helianthus annuus*) in south-western France. J. Agric. Sci., Camb. 131: 171-185.
9. Duffy, M. 1992. The effects of alternative policy options designed to reduce nitrogen fertilizer use. Environ. Int. 18: 29-41.
10. Gubbels, G. H. and W. Dedio. 1986a. Plant density and soil fertility on the performance of non-oil sunflower. Can. J. Plant Sci. 66: 801-804.
11. Gubbels, G. H. and W. Dedio. 1986b. Effect of plant density and soil fertility on oil seed sunflower genotype. Can. J. Plant Sci. 66: 521-527.
12. Gubbels, G. H. and W. Dedio. 1989. Effect of plant density and seeding date on early and late-maturing sunflower hybrids. Can. J. Plant Sci. 69: 1251-1254.
13. Hiremath, B. R., D. P. Biradar and C.S. Hunshal. 1991. Effect of nitrogen and phosphorus on oil and protein content of sunflower seeds. Orissa J. Agric. Res. 4: 214-215.
14. Hocking, P. J. and B. T. Steer. 1989. Effects of seed size, cotyledon removal and nitrogen stress on growth and on yield components of oil seed sunflower. Field Crop Res. 22: 59-75.
15. Khargakharate, V. G. and B. G. Nirwal. 1991. Growth and yield of sunflower as influenced by inter and intra row spacing and nitrogen. J. Maharashtra Agric. Univ. 16: 291-292.
16. Kharvara, P. C. and A. D. Bindra. 1992. Effect of nitrogen and plant population on growth uptake of nutrients and oil yield of spring sunflower (*Helianthus annuus* L.). Indian J. Agron. 37: 389-390.
17. Massey, J. H. 1971. Effect of nitrogen rates and plant spacing on sunflower seed yield and other characteristics. Agron. J. 63: 137-138.
18. Miller, P. A. and G. N. Fick. 1978. Influence of plant population on performance of sunflower hybrids. Can. J. Plant Sci. 58: 579-600.
19. Narwal, S. S. and D. S. Malik. 1985. Response of sunflower cultivars to plant density and nitrogen. J. Agric. Sci., Camb. 104: 95-97.
20. Robinson, R. G. 1971. Sunflower phenology–year, variety and date of planting effects on day and growing degree-day summation. Crop Sci. 11: 635-3-638.
21. Robinson, R. G. 1983. Maturation of sunflower and sector sampling of heads to monitor maturation. Field Crop Res. 7: 31-39.
22. Robinson, R. G., J. H. Ford, W. E. Lueschen, D. L. Rabas, L. J. Smith, D. D. Warnes and J. V. Wiersma. 1980. Response of sunflower to plant population. Agron. J. 72: 869-871.
23. Robinson, R. G., J. H. Ford, W. E. Lueschen, D. L. Rabas, D. D. Warnes and J. V. Wiersma. 1982. Response of sunflower to uniformity of plant spacing. Agron. J. 74: 363-365.
24. Rodriguez, D., M. M. Zubillaga, E. L. Ploschuk, W. G. Keltjens, J. Gouadriaan and R. S. Lavado. 1998. Leaf area expansion and assimilate production in sunflower (*Helianthus annuus* L.) growing under low phosphorus conditions. Plant and Soil 202: 133-147.
25. Rusell, M. P., W. W. Willhelm, R. A. Olson and J. F. Power. 1984. Growth analysis based on degree day. Crop Sci. 24: 28-32.
26. SAS Institute. 1993. SAS/STAT User's Guide. Version 6 ed., SAS Institute, Inc., Cary, NC.
27. Schneiter, A. A. and J. F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stages. Crop Sci. 21: 901-903.
28. Tauer, L. W. 1989. Economic impact of future biological nitrogen fixation technology on United State agriculture. Plant and Soil 114: 261-270.
29. Ujjinajah, U. S., N. R. Shanthamallaiah and N. M. Murali. 1989. Effect of different row spacing and N and P_2O_5 fertilizer levels on growth, yield, yield component and quality of seed in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Mysore J. Agric. Sci. 23: 146-150.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-01-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.9.5]

30. Uppar, D. S. and G. N. Kulkarni. 1989. Effect of nitrogen and growth regulators on seed yield and quality for sunflower. Seed Res. 17: 113-117.
31. Vijayalakshmi, K., N. K. Sanghi, W. L. Pelton and C. H. Anderson. 1975. Effects of plant population and row spacing on sunflower agronomy. Can. J. Plant Sci. 55: 491-499.
32. Wagh, R. G., S. T. Thorat and M. J. Mane. 1991. A role of nitrogen fertilization on quality of sunflower. J. Maharashtra Agric. Univ. 16: 136-137.
33. Zaffaroni, E. and A. A. Schneiter. 1991. Sunflower production as influenced by plant type, plant population and row arrangement. Agron. J. 83: 113-118.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-01-03]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.2.9.5]