

اثر زمان کاشت و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی  
کتان روغنی (*Linum usitatissimum* L.)

Effects of Sowing Time and Different Nitrogen Levels on Quantitative and  
Qualitative Characteristics of Oil Flax (*Linum usitatissimum* L.)

محمد مهدی رحیمی<sup>۱</sup>، قربان نورمحمدی<sup>۱</sup>، امیر آینه‌بند<sup>۲</sup>، عیسی افشار<sup>۳</sup> و  
غلامرضا معاف پوریان<sup>۴</sup>

- ۱- به ترتیب دانشجوی سابق دکتری زراعت و استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، خوزستان
- ۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران، اهواز
- ۳- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج
- ۴- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، زرقان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۳/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۲/۱۵

چکیده

رحیمی، م. م.، نورمحمدی، ق.، آینه‌بند، ا.، افشار، ع.، و معاف پوریان، غ. ۱۳۸۸. اثر زمان کاشت و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی کتان روغنی (*Linum usitatissimum* L.). مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۵: ۹۱-۷۹.

به منظور بررسی اثر زمان کاشت و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی کتان روغنی، آزمایشی به صورت کرت خرد شده در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی، در چهار تکرار و در طی دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی یاسوج اجرا شد. پنج زمان کاشت طوری انتخاب شدند که در آن زمان‌ها، دمای خاک در عمق دو سانتی‌متری به ترتیب ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد بود (به ترتیب مصادف با بیستم اسفند، اول فروردین، دهم فروردین، بیستم فروردین و اول اردیبهشت) در کرت‌های اصلی منظور شدند. در کرت‌های فرعی چهار سطح کود شامل شاهد (بدون کود)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره قرار داده شدند که ۵۰٪ به آن هنگام کاشت و ۵۰٪ به صورت سرک مصرف شد. نتایج تجزیه مرکب دو ساله داده‌های آزمایش نشان داد که با تاخیر در کاشت، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد میوه، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص سطح برگ، ماده خشک، سرعت رشد محصول و درصد روغن به طور معنی‌داری کاهش یافت. مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد میوه، عملکرد دانه، شاخص سطح برگ، ماده خشک و سرعت رشد محصول افزایش معنی‌داری داشت. تاریخ کاشت اول با ۱۸۰۱/۱۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تاریخ کاشت پنجم با ۷۶۰/۴۸ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را تولید کرد. بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه در تیمارهای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و شاهد به ترتیب ۱۸۹۵/۲۲ و ۱۳۵۱/۸۷ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین میزان روغن (۳۴/۶ درصد) در تاریخ کاشت اول به دست آمد. تاریخ کاشت اول با ۵۲/۳۸ درصد بیشترین و تاریخ کاشت پنجم با ۵۰/۵۸ درصد کمترین اسید چرب لینولنیک را تولید کرد. تاریخ کاشت بر اسیدهای چرب اولئیک و لینولنیک اثر معنی‌داری نداشت. بیشترین مقدار اسید چرب لینولنیک (۵۲/۶۴ درصد) و اسید چرب لینولنیک (۱۵/۳۶ درصد) با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و بیشترین مقدار اسید اولئیک (۲۰/۵۹ درصد) بدون مصرف کود نیتروژن به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: کتان روغنی، تاریخ کاشت، نیتروژن، عملکرد، اجزاء عملکرد، اسید چرب.

نویسنده مسئول: mehdirahimi1351@yahoo.com

## مقدمه

کتان روغنی دارد و کمبود نیتروژن اغلب با کوچکی و ضعف عمومی بوته‌ها و زردی برگ‌ها به ویژه در حاشیه برگ‌های مسن که به طرف رگبرگ‌های اصلی نیز ادامه می‌یابد همراه است (Walker, 2001).

تعیین زمان کاشت صحیح برای گیاهان روغنی اهمیت بسیاری دارد و باید زمان کاشت بر اساس آب و هوای هر منطقه به طور جداگانه بررسی و مشخص شود. بهترین زمان کاشت رقم یا گروهی از ارقام در شرایطی بررسی می‌شود که مجموعه عوامل محیطی حادث در آن زمان برای سبز شدن، استقرار و بقای گیاهچه مناسب باشد و هر مرحله از رشد گیاه از شرایط مطلوب برخوردار گشته و با شرایط محیطی نامساعد روبرو نشود (Anonymous, 2006)<sup>1</sup>

سیلوا (Silva, 2005) در آزمایشی نشان داد که با تأخیر در کاشت میزان عملکرد دانه و درصد روغن کتان روغنی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

گارسید (Garsid, 2004) در غرب استرالیا مطالعه‌ای را روی چهار رقم کتان روغنی در طول ماه‌های فوریه تا جولای انجام داد و نشان داد که میزان درصد روغن و اسید چرب لینولنیک با تأخیر در کاشت کاهش یافت. وی بیان کرد که در کاشت به موقع دوره پس از تلقیح گل‌ها تا پرشدن دانه‌ها با هوای خنک مواجه می‌شود و به دلیل تنفس کمتر تبدیل

کتان روغنی (*Linum usitatissimum* L.) از گیاهان روغنی مهمی است که برای استفاده از مواد موثره آن در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی کشت آن همواره مورد توجه بوده است. کتان روغنی گیاهی است، علفی، یکساله، متعلق به تیره کتان (Linaceae) و منشا آن غرب مدیترانه گـزارش شده است (Omidbeigi, 2005; Zargari, 2004).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیش از ۵۰ درصد افزایش تولیدات غذایی به واسطه استفاده از کودهای شیمیایی است. در این میان سهم کودهای نیتروژن نسبت به سایر کودها بیشتر است ولی متأسفانه کارایی استفاده از آن‌ها پایین است (Aliari, 2006).

کمبود نیتروژن نمو فنولوژیکی را در دو مرحله رویشی و زایشی کتان روغنی به تأخیر انداخته و سرعت گسترش برگ و دوام سطح برگ را کاهش می‌دهد که در این شرایط راندمان استفاده از نور نیز کاهش می‌یابد. از طرفی هر چه غلظت نیتروژن در برگ‌ها افزایش یابد شدت کربن‌گیری بیشتر می‌شود زیرا نیتروژن علاوه بر آن‌که به صورت پروتئین در گیاه وجود دارد عنصر اصلی تشکیل‌دهنده کلروفیل در گیاه است که عامل اساسی در کربن‌گیری محسوب می‌شود. میزان نیتروژن موجود در گیاه تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر آهنگ توسعه برگ و اندازه نهایی آن در

1. Benefits of Flaxseed. www. Flaxseedshop.com

هکتار اختلاف معنی داری مشاهده نشد. مقادیر مختلف نیتروژن بر درصد روغن دانه کتان نیز معنی دار نبود.

بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه سه رقم کتان روغنی نشان داد که با تاخیر در زمان کاشت، وزن هزار دانه کاهش می یابد. در تاریخ کاشت پنجم فروردین، رقم آتلانته بیشترین عملکرد دانه و وزن هزار دانه را تولید کرد. از آنجایی که در طول دوره رویش در تاریخ کاشت اول، زمان بیشتری جهت فعالیت گیاه در شرایط حرارتی و رطوبتی مناسب وجود دارد افزایش عملکرد دانه و وزن هزار دانه قابل توجیه است. با تاخیر در زمان کاشت، زمان رشد و نمو کوتاه شده و زمان گل دهی و پر شدن دانه ها با گرمای شدید مواجه شده و در نتیجه میزان عملکرد و وزن هزار دانه کاهش می یابد (Irannejad, 2001).

بررسی اثر درجه حرارت بر درصد اسیدهای چرب کتان نشان داد که با تاخیر در کاشت، زمان گل دهی و دانه بستن کتان با درجه حرارت بالا مصادف شده و در نتیجه کیفیت روغن از نظر ترکیبات اسیدهای چرب متفاوت خواهد بود (Green, 2000).

یکی از راه های افزایش عملکرد کمی و کیفی در گیاه مورد مطالعه، اعمال مدیریت های زراعی مانند تاریخ کاشت مناسب و میزان بهینه مصرف مواد غذایی (نیتروژن) است (Faraji, 2006; Miri, 2006; Lewis and Knight, 1987). هر چند که

آسمیلات ها به روغن بیشتر انجام می شود. در بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه ژنوتیپ های بزرک توسط سعیدی (Saeidi, 2004) مشخص شد، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن صد دانه و عملکرد دانه برای همه ژنوتیپ ها در تاریخ کاشت اول (۲۶ مهرماه) بیشترین بود. میانگین عملکرد دانه در نخستین تاریخ کاشت دو تا سه برابر عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۲۵ آبان بود. تاخیر در کاشت با کاهش میزان سبز شدن، تعداد روز تا رسیدگی، عملکرد دانه و اجزای آن در تمام ژنوتیپ ها همراه بود.

در آزمایشی که توسط امیدبیگی و همکاران (Omidbeigi et al., 2001) روی کتان روغنی با میزان صفر، ۵۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار انجام شد به این نتیجه رسیدند که با افزایش نیتروژن درصد اسیدهای چرب لینولئیک، اولئیک، استئاریک و پالمیتیک کاهش یافت و بالاترین درصد اسیدهای چرب در تیمار شاهد به دست آمد. در این آزمایش مقادیر مختلف نیتروژن بر ارتفاع ساقه، تعداد شاخه، تعداد میوه و عملکرد دانه در هکتار اثر معنی داری داشت. ولی اثر آن بر وزن هزار دانه معنی دار نبود. بلندترین ارتفاع، بیشترین تعداد شاخه فرعی، تعداد میوه و عملکرد دانه از کرت هایی به دست آمد که با ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تیمار شده بودند، این در حالی بود که بین دو سطح ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در

به عمق ۶۰ سانتی‌متر،  $pH=7/21$ ، نیتروژن، فسفر و پتاس قابل جذب به ترتیب ۱۸/۱ درصد، ۶/۲۶ و ۱۸۹ پی‌پی‌ام با کربن آلی ۰/۹ درصد انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. زمان‌های کاشت طوری انتخاب شدند که در آن زمان‌ها دمای خاک در عمق دو سانتی‌متری به ترتیب ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد بود (مصادف با بیستم اسفند، اول، دهم و بیستم فروردین و اول اردیبهشت) زمان‌های کاشت در کرت‌های اصلی منظور شدند. کرت‌های فرعی شامل چهار سطح کود نیتروژن خالص، شاهد (بدون کود)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بودند که در آن‌ها ۵۰٪ هنگام کاشت و ۵۰٪ به صورت سرک از منبع اوره مصرف شد. مبنای تعیین میزان کود نیتروژن آزمایش‌های قبلی بود (Omidbeigi et al., 2001؛ Irannejad, 2001). بذر کتان روغنی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت رقم مجارستانی به نام اولای اوزن بود. این رقم مخصوص مناطق معتدل و سرد، روز بلند، طالب خاک‌های با مواد غذایی کافی و  $pH=6-7/5$  است. گل‌های آن سفید، صورتی یا آبی رنگ، میوه کپسول چند خانه‌ای، دانه‌ها تخم‌مرغی شکل، مسطح و به رنگ قهوه‌ای روشن، وزن هزار دانه ۵ تا ۱۳ گرم است. عملیات آماده‌سازی زمین در پاییز آغاز و با

تحقیقات پراکنده‌ای روی گیاهان دارویی در ایران انجام شده است (Ghorbani Ghoozhd et al., 2006)؛ اما تحقیقات (Sarabadani Tafreshi, 2009) انجام شده روی گیاهان روغنی به خصوص کتان روغنی در ایران بسیار اندک است. با توجه به این که کتان روغنی کاربردهای پزشکی و صنعتی فراوانی دارد انجام چنین تحقیقی ضروری به نظر رسید. از آنجایی که زمان دقیق کاشت و میزان مناسب نیتروژن مصرفی بر میزان عملکرد کمی و کیفی گیاهان موثر است، تعیین دقیق زمان کاشت و میزان نیاز غذایی نیتروژن در هر منطقه اولین قدم در ارتباط با کاشت یک گیاه زراعی جدید است. هدف از انجام این تحقیق مطالعه تاثیر تاریخ کاشت و مقادیر مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی کتان دارویی بود.

#### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر زمان کاشت و میزان مصرف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی کتان روغنی آزمایشی در دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۱ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۳۲ متر، میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۴/۸ سانتی‌گراد و میانگین سالیانه بارندگی ۸۷۷/۲ میلی متر با خاک لومی رسی

در روغن کتان از کروماتوگرافی گازی انجام شد (Walker, 2001).

بررسی صفات مرفولوژیک و اجزاء عملکرد در مرحله رسیدگی و هنگام برداشت انجام شد. بدین صورت که ده بوته با رعایت اثر حاشیه‌ای به صورت تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری به کمک ابزار دقیق روی آن‌ها انجام شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه پس از جدا کردن دانه‌ها از کپسول و توزین، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار بر اساس ۱۲٪ رطوبت محاسبه شد.

برای تعیین شاخص سطح برگ پس از انتخاب نمونه از سطح یک متر مربع برگ‌های آن‌ها جدا شد و به وسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ، کلیه برگ‌ها اندازه‌گیری شدند و با استفاده از فرمول  $LAI = L/A$  شاخص سطح برگ محاسبه شد. برای تعیین سرعت رشد محصول از رابطه  $CGR = (W_2 - W_1) / SA (t_2 - t_1)$  استفاده شد. برای محاسبه تغییرات وزن خشک در فاصله دو نمونه‌گیری، گیاه به مدت ۴۸ ساعت با حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده، سپس با کمک ترازوی دقیق نمونه‌ها وزن شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC و برای مقایسه میانگین‌های به دست آمده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب و مقایسه میانگین دو

رسیدن دما به ۴ درجه سانتی‌گراد در عمق دو سانتی‌متری خاک که مصادف با بیستم اسفندماه بود، اولین زمان کاشت بذر کتان روغنی با دست انجام شد. قبل از کاشت فسفر و پتاس مورد نیاز بر اساس آزمون خاک از منبع سوپرفسفات و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۹۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار همراه با دیسک در مزرعه پخش شد. هر کرت شامل ۱۲ خط به طول شش متر و فاصله هر کرت فرعی از کرت فرعی دیگر یک متر و فاصله میان هر دو کرت اصلی دو متر در نظر گرفته شد. بذرها در عمق دو سانتی‌متر و با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۶ سانتی‌متر با تراکم ۸۳۳۳۳۳۳/۳ بوته در هکتار کاشته شدند. پس از کاشت کتان در زمان‌های مورد نظر آبیاری هر هفت روز یک بار با سیفون انجام شد و علف‌های هرز در طول دوره رشد دو بار وجین شدند. صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد میوه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد دانه (۱۲٪ رطوبت)، درصد روغن، درصد اسید چرب لینولنیک، درصد اسید چرب اولئیک، درصد اسید چرب لینولئیک، ماده خشک گیاه، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول بود.

استخراج و اندازه‌گیری میزان روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله ( Soxhelt ) و شناسایی و اندازه‌گیری اسیدهای چرب موجود

بیوماس کل افزایش می‌یابد. این امر می‌تواند به دلیل تاثیر زیاد نیتروژن بر گسترش سطح برگ و تداوم بهتر آن باشد (Garsid, 2004). اثر متقابل بین تاریخ‌های مختلف کاشت و نیتروژن بر ماده خشک نیز معنی‌دار بود، به طوری که بیشترین ماده خشک از تاریخ کاشت اول با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد (جدول ۲).

نتایج تجزیه مرکب دو ساله داده‌های آزمایش نشان داد که تاریخ کاشت بر CGR در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). تاریخ کاشت اول بیشترین سرعت رشد (۲۲/۸ گرم در روز در مترمربع) را نسبت به تاریخ‌های کاشت بعدی داشت. از این موضوع می‌توان چنین استنباط کرد که با تاخیر در کاشت سرعت رشد محصول نیز کاهش یافته و گیاه مجبور می‌شود در دوره کوتاه‌تری مراحل مختلف فنولوژی خود را سپری کند (Demark, 1999). بین سطوح مختلف نیتروژن نیز اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شد بدین صورت که بیشترین CGR با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۱). نتایج این آزمایش با یافته‌های Walker (2001) و Silva (2005) مطابقت دارد.

بیشترین شاخص سطح برگ به ترتیب در تاریخ کاشت‌های اول و دوم و کمترین شاخص سطح برگ مربوط به تاریخ کاشت پنجم بود (جدول ۱). کاهش شاخص سطح برگ با تاخیر

ساله داده‌های آزمایش نشان داد که بیشترین ماده خشک (۴۲۰/۴ گرم در مترمربع) مربوط به تاریخ کاشت اول و کمترین ماده خشک (۲۸۹/۲ گرم در مترمربع) مربوط به تاریخ کاشت پنجم بود (جدول ۱). گارسید (Garsid, 2004) گزارش کرده که تاخیر در کاشت منجر به کاهش ماده خشک کتان روغنی می‌شود. علت این امر را می‌توان افزایش شاخص سطح برگ (LAI) و سرعت رشد محصول (CGR) در تاریخ‌های کاشت اول دانست که باعث افزایش تجمع ماده خشک گیاهی و افزایش عملکرد ماده خشک در این تاریخ‌ها می‌شود. به طور کلی عملکرد ماده خشک در گیاه با طول دوره رشد و نمو گیاه و مساعد بودن شرایط محیطی رابطه مستقیمی دارد، به طوری که هر چه طول مدت رشد گیاه طولانی و شرایط محیطی مساعدتر باشد عملکرد ماده خشک آن نیز بیشتر خواهد بود (Silva, 2005).

سطوح مختلف نیتروژن نیز بر ماده خشک گیاه اثر معنی‌داری داشت بیشترین ماده خشک در سطح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۴۵۸/۶ گرم و ۴۵۱/۵ گرم به دست آمد (جدول ۱). نتیجه این آزمایش با یافته‌های Walker (2001) مطابقت دارد. مقدار نیتروژن قابل دسترس بر توزیع مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی موثر است و مراحل فنولوژیکی در اثر کمبود نیتروژن به تاخیر می‌افتد در حالی که با افزایش مصرف نیتروژن

جدول ۱- میانگین دو ساله برخی از خصوصیات کمی و کیفی کتان روغنی در تاریخ کاشت‌ها و سطوح مختلف نیتروژن

Table 1. Two year means of different quantitative and qualitative traits of oil flax in different sowing dates and nitrogen levels

تیمار	ارتفاع ساقه	تعداد شاخه در گیاه	تعداد میوه در گیاه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص سطح برگ	ماده خشک	سرعت رشد محصول	درصد روغن	اسید لینولنیک	اسید اولئیک	اسید لینولئیک	
Treatment	Plant height (cm)	Branch / plant	Fruit / plant	1000 seed weight(g)	Seed yield (kg ha <sup>-1</sup> )	LAI	Biomass (g/plant)	CGR	Oil %	Acid linolenic (%)	Acid oleic (%)	Acid linoleic (%)	
Nitrogen (kg ha <sup>-1</sup> )													
0	65.22b	16.54c	43.14b	6.11a	1351.87b	1.8c	207.8c	12.6b	32.1a	50.30d	20.59a	14.55b	
50	65.47b	25.11b	43.89b	6.13a	1392.45b	2.3b	312.1b	13.2b	32.0a	51.11c	20.29b	14.68b	
100	70.36a	38.24a	71.67a	6.22a	1895.22a	3.9a	458.6a	28.6a	31.8a	52.21b	19.79c	15.09a	
150	72.21a	38.12a	71.11a	6.21a	1882.12a	3.8a	451.5a	27.1a	31.9a	52.64a	19.46d	15.36a	
Sowing date													
11 March	۲۰ اسفند	71.36a	31.26a	69.42a	5.67a	1801.12a	4.7a	420.4a	22.8a	34.6a	52.38a	20.27a	15.14a
21 March	۱ فروردین	68.22b	35.19b	69.91a	5.61a	1798.17a	4.6a	417.1a	18.9b	34.1a	52.17ab	19.97a	15.08a
30 March	۱۰ فروردین	68.10b	31.02b	51.41b	4.63b	1532.24b	3.2b	345.7b	18.1b	28.9b	51.77b	19.86a	14.90a
9 April	۲۰ فروردین	57.36c	23.51c	51.22b	4.59b	1112.36c	2.1c	339.9b	21.2c	21.6c	50.90c	20.20a	14.86a
21 April	۱ اردیبهشت	57.10c	15.37c	32.12c	4.01c	760.48d	1.9c	289.2c	14.1d	17.8d	50.58c	19.87a	14.61a

Means with similar letters in each column are not significantly different.

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

وزن هزار دانه تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن قرار نگرفت، اما تاریخ‌های مختلف کاشت روی آن‌ها تأثیر داشتند (جدول ۱)، به طوری که بیشترین وزن هزار دانه (۵/۶۷ و ۵/۶۱ گرم) به ترتیب مربوط به تاریخ کاشت‌های اول و دوم و کمترین وزن هزار دانه (۴/۰۱ گرم) مربوط به تاریخ کاشت پنجم بود. Silva (2005) گزارش کرده که با تاخیر در کاشت وزن هزار دانه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. این موضوع را می‌توان چنین تفسیر کرد که زمان پرشدن دانه‌ها با روزهای مصادف بوده که دمای محیط زیاد و افزایش تنفس مانع از پرشدن دانه‌ها شده که نتیجه آن کاهش ترکیبات ذخیره‌ای گیاه بوده است. گرما مکانیسم انتقال مواد به دانه‌ها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد و این اختلال در انتقال، موجب سبکی دانه‌ها و یا پوکی آن‌ها شده است (Aliari, 2006).

تعداد میوه به عنوان اولین جزء عملکرد در گیاه و نهایتاً در واحد سطح است که در تعیین عملکرد نهایی نقش به‌سزایی دارد. در واقع کپسول‌ها جایی هستند که مواد فتوسنتزی به مصرف می‌رسند و حرکت مواد فتوسنتزی از برگ‌ها (منبع) به محل مصرف (دانه‌ها و اندام‌های در حال نمو) مبتنی بر ظرفیت تولید مواد فتوسنتزی از یک طرف و ظرفیت مصرف مواد فتوسنتزی (محزن) از طرف دیگر، عملکرد نهایی را رقم می‌زند. در صورت عدم تعادل بین این دو، عملکرد کاهش می‌یابد. تعداد

در کاشت به دلیل عدم تطابق شرایط محیطی با شرایط رشد گیاه است، در ضمن میزان تولید و تعداد برگ‌ها مستقیماً به طول دوره ما بین آغاز گلدهی تا گلدار شدن کامل گیاه مربوط می‌شود و هرچه این مدت به دلیل تاخیر در کاشت، کاهش یابد موجب کاهش سطح برگ خواهد شد (Turner, 2001) سطوح مختلف نیتروژن نیز بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود، به طوری که بیشترین شاخص سطح برگ (۳/۹ و ۳/۸) به ترتیب با مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد (جدول ۱).

نتایج تجزیه مرکب دو ساله داده‌های آزمایش نشان داد که تاریخ کاشت‌های اول و دوم به ترتیب با ۳۴/۶ و ۳۴/۱ درصد بیشترین تاریخ کاشت پنجم با ۱۷/۸ درصد کمترین درصد روغن را داشت (جدول ۱). هر چه طول دوره تلقیح تا رسیدگی زیادتر باشد، زمان کافی برای سنتز روغن از هیدرات‌های کربن و پروتئین‌های دانه فراهم گشته و در نتیجه درصد روغن افزایش می‌یابد. علت کاهش درصد روغن در تاریخ کاشت پنجم را می‌توان به دلیل بالا رفتن حرارت و افزایش تنفس و در نتیجه مصرف مواد فتوسنتز شده در تنفس ذکر کرد. در این حالت درصد کمتری مواد ساخته شده کربوهیدرات تبدیل به روغن جهت ذخیره در گیاه می‌شود. درصد روغن تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن قرار نگرفت. این نتایج با آزمایش Saeidi (2005) مطابقت دارد.



جدول ۲- اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن و تاریخ کاشت بر میانگین دو ساله برخی از خصوصیات کمی و کیفی کتان روغنی

Table 2. The interaction of different nitrogen levels and sowing dates on mean of different quantitative and qualitative traits of oil flax

تیمار	ارتفاع	تعداد شاخه	تعداد میوه	وزن	عملکرد	شاخص	ماده	سرعت	درصد	درصد	درصد	درصد
Treatment	Plant height (cm)	Branch /plant	Fruit /plant	1000 seed weight(g)	Seed yield (g)	LAI	Biomass (g/plant)	رشد محصول	روغن	اسیدلینولنیک	اسید اولئیک	اسید لینولئیک
	ساقه	در گیاه	در گیاه	هزار دانه	در هکتار	سطح برگ	خشک	CGR	Oil (%)	Acid linolenic (%)	Acid oleic (%)	Acid linoleic (%)
D1N1	51.2d	17.2d	47.9d	5.4b	1140.12de	2.3b	298.8c	18.6c	35.7a	51.42de	20.99a	14.81a
D1N2	58.3c	22.5c	55.8c	5.7b	1459.19c	2.5b	337.8b	21.2b	35.1a	51.95cd	20.63ab	15.20a
D1N3	69.8b	35.9b	78.5a	6.6a	2135.26a	3.4a	451.2a	29.8a	35.6a	52.86ab	19.69bc	15.46a
D1N4	77.1a	39.1a	75.7a	6.8a	2128.14a	3.4a	441.2a	28.6a	35.0a	53.31a	19.51de	15.46a
D2N1	50.2d	19.5d	42.2d	5.1bc	1005.18e	2.1bc	288.7c	17.6c	34.a8	50.74ef	20.61ab	14.85a
D2N2	57.1c	25.2c	47.8d	5.4b	1236.25d	2.7ab	321.9b	18.1c	35.2a	51.67cd	20.25ab	14.75a
D2N3	68.0cd	36.6b	56.9c	5.9b	1617.41b	3.1a	449.1a	22.8b	34.9a	52.86ab	19.69cd	15.27a
D2N4	70.4b	41.3a	59.1c	6.0ab	1719.36b	3.0a	445.6a	22.1b	35.6a	53.42a	19.34fc	15.46a
D3N1	49.2d	18.6d	35.1ef	4.9c	820.19f	2.0bc	238.6cd	16.4cd	29.5b	50.47f	20.49abc	14.52a
D3N2	55.2c	24.2c	39.2e	5.4b	952.01e	2.0bc	282.5c	18.2c	29.0b	51.44de	20.20abc	14.82a
D3N3	65.8c	36.2b	50.2cd	6.6b	1256.31d	2.9ab	352.7b	20.2b	28.9b	52.30bc	19.55de	14.94a
D3N4	55.2cd	37.7b	51.3cd	5.9b	1189.29d	2.8ab	341.6b	21.1b	28.1b	52.90ab	19.19g	15.31a
D4N1	38.2ef	15.5e	29.8g	4.5c	782.51g	1.8c	217.5d	12.1de	23.2c	49.30g	20.54ab	14.16a
D4N2	39.2ef	20.2de	35.2f	4.9c	812.21f	1.9c	247.1cd	15.2cd	24.1c	50.71ef	20.31abc	14.71a
D4N3	45.5de	22.4c	39.1ef	5.2bc	889.44ef	2.3b	332.2b	17.3c	23.8c	51.70cd	20.05bcd	15.19a
D4N4	48.2d	25.1c	42.6d	5.5b	991.52e	2.5b	332.1b	17.1c	24.2c	51.91cd	19.89bcd	15.39a
D5N1	32.1f	8.6f	21.1g	4.1d	491.61i	1.2d	179.1e	23.8de	16.9d	49.55g	20.32abc	14.40a
D5N2	38.1ef	12.1ef	24.2fg	4.5c	549.39h	1.4d	211.2d	24.2de	16.1d	49.79g	20.05bcd	13.90a
D5N3	45.2de	14.2e	33ef	4.7c	623.12gh	1.9c	278.1c	16.9d	16.7d	51.34de	19.70cde	14.40a
D5N4	43.2de	15.8e	34.2ef	4.8c	652.28gh	1.9c	271.2c	16.1d	16.6d	51.66cd	19.39ef	15.20a

Means with similar letters in each column are not significantly different.

میانگین ها با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند.

N1 تا N4: سطوح مختلف نیتروژن، به ترتیب ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار.

D1 تا D5: تاریخ کاشت ها به ترتیب ۲۰ اسفند، ۱ فروردین، ۱۰ فروردین، ۲۰ فروردین و ۱ اردیبهشت.

N1, N2, N3 and N4: Nitrogen levels, 0, 50, 100 and 150 kg ha<sup>-1</sup>, respectively.

D1, D2, D3, D4 and D5: Sowing dates, 11 March, 21 March, 30 March, 9 April and 21 April, respectively.

بدین ترتیب اسید چرب لینولئیک کاهش یافته است (Garsid, 2004). اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت قرار نگرفتند ولی بیشترین درصد اسید اولئیک (۲۰/۵۹ درصد) و کمترین درصد آن (۱۹/۴۶) به ترتیب از تیمارهای شاهد و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. بیشترین درصد اسید چرب لینولئیک و کمترین درصد اسید چرب لینولئیک نیز از شاهد به دست آمد (جدول ۱). نتایج نشان داد که میزان درصد اسید اولئیک در واکنش به مقادیر مختلف کود نیتروژن، از قانون بازده نزولی تبعیت می‌کند و میزان اسید چرب اولئیک به مقادیر کم نیتروژن واکنش مثبت نشان می‌دهد. نتایج این آزمایش با یافته‌های (Green 2000) مطابقت دارد.

نتایج تجزیه مرکب دو ساله داده‌های آزمایش نشان داد که عملکرد دانه تحت تاثیر تاریخ‌های مختلف کاشت، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ نشان داد (جدول ۳). بین تاریخ‌های کاشت اول و دوم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی بین تاریخ‌های کاشت اول و دوم با تاریخ‌های کاشت سوم، چهارم و پنجم اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود داشت (جدول ۲). توالی نمو اجزاء عملکرد و زمان‌بندی آن‌ها در ارتباط با عوامل درونی گیاه و اثر متقابل آن‌ها با محیط، کلیدی در درک چگونگی تغییر عملکرد گیاه به شمار می‌آیند. این امر امکان تغییر ژنوتیپ با عامل مدیریتی

میوه در واقع مقدار مخزن گیاه را مشخص می‌کند و وجود میوه بیشتر در گیاه باعث می‌شود مواد فتوسنتزی تولید شده بیشتر ذخیره شود و عملکرد افزایش یابد (Green, 2000؛ Garsid, 2004). نتایج تجزیه مرکب دو ساله داده‌های آزمایش نشان داد که مقادیر مختلف نیتروژن بر ارتفاع، تعداد شاخه فرعی و تعداد میوه کتان روغنی در هکتار اثر معنی‌دار داشته است (جدول ۳). نتایج این آزمایش با یافته‌های (Walker 2001) و (Turner 2001) مطابقت دارد. بلندترین گیاه و بیشترین تعداد شاخه و میوه از کرت‌هایی به دست آمدند که با ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تیمار شده بودند. ولی بین دو سطح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱).

تاریخ کاشت اول با ۳۸/۵۲ درصد بیشترین و تاریخ کاشت پنجم با ۵۸/۵۰ درصد کمترین درصد اسید چرب لینولئیک را داشتند. بیشترین درصد اسید چرب لینولئیک (۶۴/۵۲ درصد) با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین درصد اسید لینولئیک (۳/۵۰ درصد) بدون مصرف نیتروژن به دست آمد (جدول ۱). سنتز اسید چرب لینولئیک تحت شرایط آب و هوایی گرم در فصل برداشت کاهش می‌یابد، زیرا آنزیم سازنده اسید چرب مزبور در چنین شرایطی غیرفعال می‌شود. به نظر می‌رسد در این آزمایش تأخیر در کاشت موجب مصادف شدن زمان برداشت با فصل گرم‌تر تابستان شده و

جدول ۳- تجزیه مرکب صفات مختلف کمی و کیفی کتان روغنی

Table 3. Combined analysis for different quatitative and qualitative traits of oil flax

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع ساقه	تعداد شاخه در گیاه	تعداد میوه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن	درصد اسید لینولئیک	اسیدلینولئیک	درصد اسید اولئیک
		df.	Plant height	Branch /plant	Fruit /plant	1000 seed weight(g)	Seed yield	Oil%	Acid linolenic %	Acid linoleic %	Acid oleic %
Year (Y)	سال	1	1372.52**	936.25**	2712.27**	5.81**	303151**	259.845**	2.485 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	2.304**
Rep.	تکرار درون سال	6	65.83 <sup>ns</sup>	3.71 <sup>ns</sup>	47.61 <sup>ns</sup>	0.49 <sup>ns</sup>	33157 <sup>ns</sup>	31.660 <sup>ns</sup>	3.959 <sup>ns</sup>	0.704 <sup>ns</sup>	0.240 <sup>ns</sup>
Sowing data(A)	تاریخ کاشت	4	1584.35**	729.11**	4893.49**	53.92**	4099091**	404.196**	1.401 <sup>ns</sup>	19.896**	1.175 <sup>ns</sup>
YxA	سال × تاریخ کاشت	4	111.40**	82.95**	20.42**	0.66 <sup>ns</sup>	22410 <sup>ns</sup>	16.897 <sup>ns</sup>	0.223 <sup>ns</sup>	0.179 <sup>ns</sup>	1.651 <sup>ns</sup>
Error	خطا	24	24.48	12.39	17.74	0.26	12994	21.067	1.070	0.687	1.704
Nitrogen(B)	نیتروژن	3	4270.58**	731.22**	3414.18**	0.08 <sup>ns</sup>	13332119	177.587 <sup>ns</sup>	3.603**	45.199**	10.127**
YXB	سال × نیتروژن	3	146.90**	73.08**	155.38**	0.07 <sup>ns</sup>	28882*	3.442 <sup>ns</sup>	4.467**	0.143*	0.278
AXB	تاریخ کاشت × نیتروژن	12	68.02	35.72**	34.48*	0.07 <sup>ns</sup>	322926**	7.341 <sup>ns</sup>	0.450 <sup>ns</sup>	0.423*	0.192*
YXAXB	سال × تاریخ کاشت × نیتروژن	12	17.86	12.95	43.60	0.05	5492	4.743	0.190	0.189	0.092
Error	خطا	90	28.25	11.98	16.97	0.19	9377	6.852	0.760	0.345	0.092

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

و کمترین عملکرد (۱۳۵۱/۸۷) کیلوگرم در هکتار) از تیمار شاهد به دست آمد. در این آزمایش استفاده از نیتروژن بالاتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار جنبه تجملاتی پیدا کرد. نیتروژن تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش سطح برگ به ویژه در مرحله گل‌دهی شد. مواد فتوسنتزی در این دوره باعث افزایش رشد رویشی و هم‌چنین تعداد شاخه گل‌دهنده شد که افزایش این جزء از بوته باعث افزایش تعداد میوه در بوته و نهایتاً افزایش عملکرد دانه شد. نتایج این آزمایش با یافته‌های امیدیه‌گی و همکاران (۲۰۰۱)، ایران‌نژاد (۲۰۰۱)، و اکر (۲۰۰۱)، گاسید (۲۰۰۴) و سیلوه (۲۰۰۵) مطابقت دارد.

مانند تاریخ کاشت را در جهت افزایش عملکرد دانه فراهم می‌آورد (Silva, 2005). از آنجائی که طول دوره رویش در تاریخ کاشت اول و دوم بیشتر از تاریخ‌های کاشت بعدی است، زمان بیشتری برای فعالیت گیاه در حرارت و رطوبت وجود دارد. چنین تصور می‌شود که با تأخیر در کاشت به دلیل کوتاه شدن فصل رشد و مواجه شدن زمان گل‌دهی و پر شدن دانه با گرمای تابستان، میزان عملکرد دانه نیز کاهش می‌یابد (Turner, 2001). تاثیر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ نشان داد (جدول ۱). بیشترین عملکرد (۱۸۹۵/۲۲) کیلوگرم در هکتار) مربوط بود به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار

## References

- Aliari, H. 2006.** Agronomy and Physiology of Oilseeds. Amidi Publications, Iran (in Farsi).
- Demark, M. 1999.** Sixty years of Canadian flaxseed quality surveys at the Grain Research Laboratory. Proceedings of Flax Institute 55: 192-200.
- Faraji, A. 2006.** Effects of agronomic factors on yield, yield components and oil of two spring canola genotypes in Gonbad areas. Seed and Plant 22: 277-289 (in Farsi).
- Garsid, A. 2004.** Sowing time effects on the development, yield and oil of flaxseed in semi arid tropical. Australian Journal of Productive Agriculture 23: 607-612.
- Green, A. 2000.** Variation for oil quantity and quality in flaxseed. Australian Journal of Agricultural Research 32: 599-607.
- Ghorbani Ghoozhd, H., Lesani, H., Fakhr Tabatabaie, S. M., and Bashiri Sadr, Z. 2006.** Effects of mist, irrigation and plant density on quantitative aspects of vegetative and reproductive characteristics of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). Seed and Plant 22: 225-235 (in Farsi).
- Irannejad, H. 2001.** The effect of planting date on the seed yield of three varieties of

- oil flax. Pajouhesh-va-Sazandegi 19: 35-40.
- Lewis, C. E., and Knight, C. W. 1987.** Yield response of rapeseed to row spacing and rates of seeding and N-fertilizer in interior Alaska. Canadian Journal of Plant Science 67: 53-57.
- Miri, K. 2006.** Effects of sowing date and density on yield and yield components of okra, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, in Iranshahr. Seed and Plant 22: 369-382 (in Farsi).
- Omidbeigi, R. 2005.** Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 1. Astaneh Ghods-e-Razavi Publications, Mashhad, Iran (in Farsi).
- Omidbeigi, R., Tabatabaei, F. M., and Akbari, T. 2001.** Effect of N-fertilizer and irrigation on the productivity (growth, seed yield and active substances) of linseed. Iranian Journal of Agricultural Sciences 32: 53-64.
- Saeidi, G. 2005.** Effect of seeding date on seed yield and yield components in edible-oil genotypes of flax. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 613: 175-187.
- Sarabadani Tafreshi, M., Omid, M., Bihamta, M. R., and Mirzaie, R. 2009.** Effects of explant and different hormones concentration on callus induction and shoot regeneration of Galbaum (*Ferula gummosa* B.). Seed and Plant 24: 763-766 (in Farsi).
- Silva, R. 2005.** Effect of planting date and planning distance on growth of flaxseed. Agronomy Journal 136: 113-118.
- Turner, J. 2001.** Flaxseed plant population relative to cultivar and fertility. Food Nutrients Research 44: 195-246.
- Walker, A. J. 2001.** The effects of soil fertilizer, nitrogen and moisture on yield, oil and protein of flaxseed. Field Crop Research 932: 101-114.
- Zargari, A. 2004.** Medicinal Plants. Tehran University Publications 342 pp.