



تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر خصوصیت‌های کمی و کیفی کتان روغنی

فتانه پرهیزکار خاجانی^۱، حمید ایران‌نژاد^۲، رضا امیری^۳، حسین اورکی^۴
و * مجید مجیدیان^۵

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد زراعت، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، استاد گروه زراعت، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، ^۲ دانشیار گروه اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، ^۳ دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس و ^۴ استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
تاریخ دریافت: ۸۹/۰۹/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۱

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر خصوصیت‌های کمی و کیفی کتان روغنی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران اجرا گردید. عامل‌های مورد بررسی، سطوح مختلف نیتروژن (۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، فسفر (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص) و پتاسیم (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم خالص) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که به‌ترتیب با مصرف ۹۰، ۱۲۰، ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، فسفر و پتاسیم تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول، عملکرد دانه و عملکرد روغن، به‌طور معنی‌دار افزایش پیدا نمودند. براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان عملکرد دانه و روغن به‌ترتیب ۲۴۹۹/۷۲ و ۹۳۹/۱۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. بیشترین درصد و عملکرد پروتئین با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم فسفر و ۱۲۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌ترتیب به مقدار ۴۴/۳۹ درصد و ۱۰۰۷/۴ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. براساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش درصد روغن تحت‌تأثیر سطوح کودی قرار نگرفت.

واژه‌های کلیدی: کتان، روغن، عملکرد، نیتروژن، فسفر، پتاسیم

* مسئول مکاتبه: ma_majidian@guilan.ac.ir

مقدمه

دانه‌های روغنی به‌عنوان یکی از منابع عظیم انرژی و پروتئین شناخته می‌شوند. یکی از نیازهای اساسی روند رشد جمعیت در زمینه محصولات کشاورزی، تأمین روغن‌های گیاهی از دانه‌های روغنی است که تولیدات آن‌ها به مصارف مختلف صنعتی، خوراکی، لوازم بهداشتی و آرایشی می‌رسند. با توجه به این‌که تقریباً ۹۴ درصد مصرف روغن گیاهی از طریق واردات تأمین می‌شود، لذا هرگونه تحقیق در این زمینه مفید به‌نظر می‌رسد (ایران‌نژاد و حسینی، ۲۰۰۵). یکی از گیاهان روغنی و دارویی که در سطح جهان از اهمیت خاصی برخوردار است، کتان روغنی می‌باشد (دالوگ، ۱۹۹۰). کتان روغنی گیاهی علفی، یکساله، متعلق به تیره کتان (*Linaceae*) منشاء آن غرب مدیترانه گزارش شده است (امیدیگی، ۲۰۰۵؛ زرگری، ۲۰۰۴). میزان روغن کتان‌های روغنی بین ۳۰-۴۸ درصد متفاوت می‌باشد. تخم کتان روغنی علاوه بر داشتن امگا-۳ دارای ویتامین E نیز می‌باشد. خاصیت مهم دیگر روغن کتان اثر ضد تورم، بر طرف کردن دردهای عادت ماهانه و میگرن‌های دردناک می‌باشد و همچنین مصونیت بدن را در مقابل بیماری‌ها بالا می‌برد. استفاده از این روغن از سرطان جلوگیری می‌کند. میزان پروتئین دانه‌ها برای صنایع غذایی بسیار مهم است. میزان پروتئین دانه کتان بین ۲۹-۴۴ درصد می‌باشد (ایران‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۷). 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 (آلیاری، ۲۰۰۶).

یکی از راه‌های افزایش عملکرد کمی و کیفی کتان، اعمال مدیریت‌های زراعی مانند تاریخ کاشت مناسب و میزان بهینه مصرف مواد غذایی نیتروژن است (فرجی، ۲۰۰۶؛ لويس و همکاران، ۱۹۸۷؛ میری، ۲۰۰۶). در آزمایشی که توسط دورداس (۲۰۱۰) روی سه رقم کتان روغنی و سه سطح نیتروژن (۰، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار) انجام شد به این نتیجه رسیدند که با افزایش نیتروژن تعداد کپسول در بوته، تعداد کپسول در متر مربع، عملکرد دانه، وزن دانه در بوته افزایش یافت. در پژوهشی که توسط امیدبیگی و همکاران (۲۰۰۱) روی کتان روغنی با میزان صفر، ۵۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار انجام شد، مشخص شد که مقادیر مختلف نیتروژن بر ارتفاع ساقه، تعداد شاخه، تعداد میوه و عملکرد دانه در هکتار اثر معنی‌داری دارد.

تورنر (۱۹۹۱) گزارش کرد که بالاترین میزان برداشت محصول کتان با افزودن ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن (یا کمتر از آن) حاصل می‌شود و مقادیر بالاتر استفاده از نیتروژن اثر معنی‌داری را نشان

نمی‌دهد. هوکینگ و پینکرتون (۱۹۹۳) نیز بیان کردند که افزایش نیتروژن در کتان روغنی سبب افزایش تعداد شاخه می‌گردد. نجف‌پورنویی (۲۰۰۱) به کارگیری کودهای فسفره می‌تواند تأثیر قابل توجهی نیز بر میزان گل‌دهی و بذردهی در گیاهان دارویی داشته باشد. پژوهش‌های انجام شده در داکوتای شمالی نشان داد که میزان روغن دانه کتان با مصرف بیش از ۶۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش می‌یابد و نیز میزان اسید آلفا لینولنیک این روغن با افزایش میزان نیتروژن خاک کاهش خواهد یافت (هنسون و همکاران، ۲۰۰۴). یکی از روش‌های افزایش عملکرد، چه از نظر کمی و کیفی استفاده بهینه از کودهای شیمیایی می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش تعیین مطلوب‌ترین میزان کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه کتان روغنی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران واقع در ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی تهران با طول جغرافیایی ۵۱/۴۴ و عرض ۳۵/۲۸ درجه و ارتفاع منطقه از سطح دریا ۲۰۵۰ متر و دارای زمستانی ملایم و تابستان گرم و خشک، اجرا شد. متوسط میزان بارندگی سالانه در منطقه، بیش از ۱۰۰ میلی‌متر و میزان تبخیر سالانه ۲۰۰۰ میلی‌متر می‌باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی، با میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۶/۳، ۷ و ۲۴۰ پی‌پی‌ام در لایه صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به مرحله اجرا در آمد. عوامل مورد بررسی در این پژوهش به ترتیب سطوح مختلف نیتروژن شامل سه سطح (۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) نیتروژن خالص از منبع اوره ۴۶ درصد نیتروژن خالص و کود فسفر در سه سطح (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) فسفر خالص از منبع سوپر فسفات تریپل ۴۶ درصد فسفر خالص و کود پتاسیم شامل سه سطح (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) پتاسیم خالص از منبع سولفات پتاسیم ۵۰ درصد بودند. در این آزمایش از رقم روغنی لیرینا^۱ استفاده شد. طول هر کرت ۵ متر و عرض آن ۲ متر و خطوط کشت در هر کرت شامل ۶ خط و فاصله ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌ها ۱/۵ متر بود. بذور به صورت متراکم روی ردیف‌های کاشت و داخل شیارهای بسیار کم عمقی که تعبیه شده بودند، به روش دستی کشت شدند. تمام کود فسفر و پتاسیم به همراه نیمی از کود نیتروژن به صورت نواری به فاصله ۵ سانتی‌متر از

1- Lirina

ردیف‌ها و به عمق ۴ سانتی‌متر در دو طرف ردیف‌های کشت شده اضافه شد. بقیه کود نیتروژن نیز به صورت سرک در مرحله ساقه رفتن مصرف شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری بعدی برحسب ضرورت در فواصل ۷ روزه انجام گرفت. در طول دوره رویش، علف‌های هرز با دست وجین شده و سایر مراقبت‌ها نیز انجام گرفت. برای اندازه‌گیری صفت‌هایی چون تعداد شاخه، تعداد کپسول در هر بوته و تعداد دانه در کپسول، ۱۰ بوته در هر کرت به طور تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری انجام شد.

به منظور تعیین عملکرد دانه و وزن هزار دانه، در مساحت ۱/۵ متر مربع، بوته‌های هر کرت به طور جداگانه کف بر شدند. با استفاده از دستگاه کمباین تحقیقاتی، دانه‌ها از کلش جدا شده و پس از آن دانه‌ها توزین و عملکرد نهایی دانه‌ها در رطوبت ۱۴ درصد به دست آمد. جهت تعیین درصد روغن دانه کتان روغنی از روش سوکسله (دما ۴۵ درجه سلسیوس و حلال دی‌اتیل اتر خشک) استفاده شد. همچنین در این پژوهش عملکرد روغن در هکتار نیز مشخص گردید، عملکرد روغن کتان در واحد سطح، حاصل ضرب عملکرد دانه در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) و درصد روغن دانه است. برای اندازه‌گیری پروتئین دانه نمونه‌های خشک گیاهی ابتدا نیم‌گرم در ۵ میلی‌لیتر بافر تریس-اسید کلریدریک ساییده و سپس نمونه‌ها با دور بالا سانتریفوژ شدند. ۰/۰۵ میلی‌لیتر از محلول رویی نمونه سانتریفوژ شده را برداشته و به آن یک میلی‌لیتر معرف (۰/۵ میلی‌لیتر تارتارات سدیم ۲ درصد + ۰/۵ میلی‌لیتر سولفات مس ۱ درصد + ۱۰ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۱۰ درصد محلول در هیدروکسید سدیم ۰/۵ نرمال) اضافه کرده و در حرارت آزمایشگاه به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد و سپس سه میلی‌لیتر معرف فولین ۰/۲ نرمال به محلول بالا اضافه شد. محلول حاصل به مدت ۱۵ دقیقه در بن ماری در دما ۵۰ درجه سلسیوس قرار گرفت و سپس میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (U.V.) مدل ۲۰۰۰ هیتاچی در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت و با استفاده از رابطه زیر مقدار پروتئین محاسبه شد (لوری، ۱۹۵۱).

$$M = \frac{C \times 0.05}{W}$$

M = مقدار پروتئین در هر گرم ماده خشک گیاهی

W = وزن خشک نمونه

C = جذب قرائت شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر

در این آزمایش برای تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار SAS و کلیه مقایسه میانگین‌ها بر اساس روش LSD در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) که مقادیر مختلف نیتروژن بر روی تعداد شاخه، تعداد کپسول، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در هکتار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما از لحاظ وزن هزار دانه بین سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. براساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) بیشترین تعداد شاخه، تعداد کپسول و عملکرد دانه در هکتار از کرت‌هایی به‌دست آمد که با ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تیمار شده بودند. کم‌ترین تعداد شاخه، تعداد کپسول و عملکرد دانه در هکتار متعلق به ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بود. افزایش عملکرد در نتیجه افزایش تعداد شاخه و تعداد کپسول حاصل شد. با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر کود فسفر بر تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در هکتار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین سطوح مختلف فسفر نشان داد که بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی متعلق به سطح کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بود، البته بین سطوح کودی ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. کمترین تعداد شاخه‌های فرعی با مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به‌دست آمد (جدول ۲). بیشترین تعداد کپسول و عملکرد دانه و وزن هزار دانه از سطح کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر حاصل شد. کم‌ترین تعداد کپسول و عملکرد دانه و وزن هزار دانه با مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به‌دست آمد. اما در مورد تعداد دانه در کپسول، بالاترین تعداد دانه در کپسول متعلق به تیمار ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر کود پتاسیم بر تعداد کپسول و عملکرد دانه در هکتار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین (جدول ۲) سطوح مختلف پتاسیم نشان داد که بیشترین تعداد کپسول و عملکرد دانه در هکتار به‌ترتیب متعلق به سطح کودی ۱۲۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم بود، البته بین سطوح کودی ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم برای صفات فوق تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. کمترین تعداد کپسول و عملکرد دانه در هکتار که با مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم به‌دست آمد. صفت تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. که بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی متعلق به سطح کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم بود، البته بین سطوح کودی ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی صفات کمی و کیفی کان روغنی تحت تأثیر سطوح مختلف کودی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین	درصد روغن	عملکرد روغن	تعداد کپسول		وزن هزار دانه	عملکرد دانه
						در بوته	تعداد دانه در کپسول		
تکرار	۲	۱۳/۱	۳۰۸۲۸۰۳	۲۰/۰	۶۶/۶۴	۳۵/۳۱	۳۰/۰	۶۰/۰	۸۶۷۸۷۱۱
نیروژن	۲	۱۳۳۱/۱	۳۳۷۰۸۰۸	۱۳/۰	۱۱/۶۰۰۰۰۰	۸۰/۱	۵۵/۸	۲۰/۰	۳۸۵۰۶۷۷۱۱
فسفر	۲	۶۶/۰	۷۰/۳۳۵	۱۰/۰	۳۱/۶۷۷۱۱	۴۵/۶۶۱	۱۵/۱	۵/۰	۵۷۱۰۵۵۷۸
پتاس	۲	۸۴/۷	۶۸۱۱/۱	۴/۰	۳۸/۸۷۱	۱۰/۸۳	۳/۰	۳/۰	۸۸/۳۳۵۱۱
نیروژن × فسفر	۴	۱۳/۳۶	۳/۶۴۱/۵	۳/۰	۳۵/۶۸۷	۹/۱/۴	۶/۰	۳/۰	۳۳/۳۱۱۶۳
نیروژن × پتاس	۴	۷/۵۷	۴/۳۵۱	۵/۰	۱۱/۳۵۵	۱۶/۶	۳/۰	۳/۰	۶۱/۳۷۸۳
فسفر × پتاس	۴	۸۸/۸۱	۷۶/۸۱۱۱	۱۳/۰	۶/۶/۸۱۶	۳/۳	۵/۰	۳۶/۰	۳۱/۳۱۵۳
نیروژن × فسفر × پتاس	۷	۶۳/۳	۳۵۳	۱۰/۰	۳۸/۰	۵/۰	۶/۰	۳۰/۰	۳۱۷۱۱۱۱
خطا	۲۵	۱۴/۱	۶۳۷/۹۱	۶/۰	۳۶/۴۸۱	۱۶/۳	۷/۰	۸/۰	۳۷۲۶/۸
درصد ضریب تغییرات	---	۳۷/۸	۶/۶	۱۱/۱	۵/۵	۱۰/۱	۳/۳	۱۱/۱	۳/۵

*** و ** به ترتیب معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد و NS غیر معنی دار

جدول ۲- مقایسه میانگین صفت‌های کمی و کیفی گیاه کنان روغنی تحت تأثیر سطوح مختلف کودی.

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه	تعداد شاخه در بوته	تعداد دانه در کسپول	تعداد کسپول در بوته	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	درصد پروتئین	سطوح مختلف کودی
۹۷۹/۷ ^c	۴/۲۸ ^a	۶/۱۰ ^c	۸/۶۵ ^a	۱۱/۸۵ ^c	۳۸۴/۳۰ ^c	۳۹/۳۸ ^a	۲۴۴/۴۸ ^c	۲۴/۶۸ ^c	نیروزن
۱۷۹۱/۸۷ ^b	۴/۳۴ ^a	۷/۴۳ ^b	۷/۵۵ ^b	۱۶/۴ ^b	۷۰۷/۰۹ ^b	۳۹/۴۶ ^a	۵۴۴/۰۶ ^b	۳۰/۱۹ ^b	N1
۲۲۹۰/۸۷ ^a	۴/۳۳ ^a	۸/۱۶ ^a	۷/۰۱ ^c	۲۴/۵۵ ^a	۹۰۴/۲۰ ^a	۳۹/۴۳ ^a	۸۴۳/۷ ^a	۳۶/۹۱ ^a	N2
۱۵۱۱/۸۷ ^c	۳/۹۲ ^b	۶/۷۵ ^b	۷/۷۵ ^a	۱۴/۴۹ ^c	۵۱۹/۱۱ ^c	۳۹/۳۸ ^a	۵۰۴/۳۲ ^c	۳۰/۴۸ ^a	N3
۱۶۶۶/۵۷ ^b	۴/۱۳ ^b	۷/۳۴ ^a	۷/۵۸ ^b	۱۷/۸۵ ^b	۳۸۸/۶ ^b	۳۹/۴۰ ^a	۵۴۶/۱۹ ^b	۳۰/۶۶ ^a	P1
۱۸۵۰/۸۹ ^a	۴/۶۰ ^a	۷/۴۹ ^a	۷/۲۸ ^c	۱۹/۸۵ ^a	۷۲۹/۶۲ ^a	۳۹/۴۳ ^a	۵۸۱/۸۳ ^a	۳۰/۶۴ ^a	P2
۱۶۱۱/۴۷ ^b	۴/۲۸ ^a	۷/۰۹ ^b	۷/۶۰ ^a	۱۶/۱۸ ^b	۳۴۸/۴ ^b	۳۹/۳۸ ^a	۵۱۷/۲۴ ^b	۳۰/۱۳ ^b	P3
۱۷۳۱/۳۵ ^a	۴/۲۲ ^a	۷/۱۸ ^a	۷/۵۷ ^{ab}	۱۷/۹ ^a	۶۷۸/۴۰ ^a	۳۹/۳۳ ^a	۵۵۲/۵۸ ^a	۳۰/۴۳ ^b	تاسیم
۱۷۱۶/۵۵ ^a	۴/۳/۳ ^a	۸/۱۸ ^a	۷/۴۳ ^a	۱۸/۱۱ ^a	۶۸۲/۳۵ ^a	۳۹/۵۱ ^a	۵۶۲/۳۲ ^a	۳۱/۲۲ ^a	K1
									K2
									K3

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطوح تیماری می باشد.

کمترین تعداد شاخه‌های فرعی با مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم به دست آمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از لحاظ صفات تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه بین سطوح مختلف پتاسیم تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج به دست آمده توسط برخی پژوهشگران مطابقت دارد (کالینا، ۱۹۹۵) و (تاکور، ۱۹۹۲) تأیید گردید.

بهترین تیمار کودی برای صفات‌های تعداد کپسول، شاخه فرعی، عملکرد دانه در هکتار تیمار ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بدست آمد و کمترین میزان مربوط به تیمار ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بود. به‌طور کلی افزایش کاربرد نیتروژن به دلیل افزایش سطح سبز فتوسنتزکننده موجب افزایش جذب و انتقال مواد فتوسنتزی و هورمون‌های تحریک کننده رشد به مریستم‌های انتهایی و مریستم جانبی می‌شود و در نتیجه مجموعه این عوامل سبب افزایش تحریک مریستم انتهایی و مریستم جانبی و افزایش تولید شاخه‌های جانبی در سطح بالا نیتروژن می‌گردد. عملکرد دانه با افزایش مصرف کود نیتروژن در این آزمایش را می‌توان به دلیل رشد سبزینه‌ای گیاه و افزایش تولید ماده ذخیره‌ای، تعداد شاخه‌های فرعی، افزایش میزان باروری گل‌ها، تعداد کپسول که در نهایت سبب افزایش عملکرد بذر می‌شود مرتبط دانست و افزایش مصرف کود فسفره نیز به واسطه افزایش قدرت زایشی گیاه، تعداد گل‌ها، و تولید بذر بیشتر موجب افزایش عملکرد دانه کتان می‌شود. همچنین می‌توان گفت که فسفر از عناصر ضروری غذایی است که باعث ذخیره و انتقال انرژی شیمیایی در گیاه، تسریع در رشد و رسیدگی محصول و افزایش گلدهی می‌گردد، به همین دلیل تأثیر مستقیمی بر عملکرد دانه گیاه کتان دارد و وجود آن به مقدار کافی و در حد نیاز جهت بالا بردن عملکرد دانه، ضروری است (لافوند، ۲۰۰۸؛ هوکنیک و پنیکتون، ۱۹۹۱؛ نوتال و همکاران، ۱۹۹۱؛ برناتس، ۱۹۷۳؛ ملکوتی، ۱۹۹۰؛ عبدالجواد و همکاران، ۱۹۹۰). همچنین برهمکنش نیتروژن در فسفر در پتاسیم برای عملکرد دانه هکتار معنی‌دار شد (جدول ۵) و بیشترین عملکرد دانه (۲۴۹۹/۷۲ کیلوگرم در هکتار) از تیمار کودی ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و ۸۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم حاصل شد. اما در مورد تعداد دانه در کپسول بهترین ترکیب کودی ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر می‌باشد که این تیمار کودی کمترین تعداد کپسول را به خود اختصاص داده بود. می‌توان نتیجه گرفت که چنانچه بوته تولید تعداد زیادی کپسول را نماید، بخش زیادی از کپسول‌ها و دانه‌ها سقط می‌شود و تعداد دانه در هر کپسول کاهش می‌یابد. بنابراین به‌طور کلی یک رابطه معکوس بین تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول وجود دارد و این مسئله بیانگر اثرات جبرانی اجزاء عملکرد بر روی یکدیگر می‌باشد (مندهام و همکاران، ۱۹۸۱).

فتانه پرهیزکار خاجانی و همکاران

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن در فسفر بر صفت‌های کمی کتان روغنی.

تیمارها	تعداد کیسول	تعداد دانه در کیسول	تعداد شاخه فرعی در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
N1P1	۸/۸۰ ^f	۸/۲۷ ^a	۵/۴۲ ^e	۳/۵۸ ^b	۷۳۴/۰۸ ⁱ
N1P2	۱۳/۱۴ ^e	۷/۹۹ ^{ab}	۶/۲۷ ^f	۴/۱۷ ^b	۹۸۲/۷۲ ^h
N1P3	۱۳/۶۱ ^e	۷/۸۷ ^{bc}	۶/۶۰ ^e	۴/۸۳ ^a	۱۲۱۳/۶۰ ^g
N2P1	۱۵/۷۶ ^d	۷/۷۰ ^{cd}	۷/۲۰ ^d	۴/۰۶ ^b	۱۶۱۰/۹۸ ^f
N2P2	۱۶/۰۲ ^d	۷/۵۴ ^{ed}	۷/۴۷ ^{cd}	۴/۱۹ ^b	۱۸۰۹/۳ ^e
N2P3	۱۷/۴۱ ^{cd}	۷/۴۳ ^{efd}	۷/۶۱ ^c	۴/۷۸ ^a	۱۹۵۵/۰۸ ^d
N3P1	۱۸/۹۲ ^c	۷/۲۷ ^{ef}	۷/۹۳ ^b	۳/۸۷ ^b	۲۱۹۰/۴ ^c
N3P2	۲۴/۶۸ ^b	۷/۲۲ ^f	۸/۲۷ ^a	۴/۰۳ ^b	۲۲۹۷/۷ ^b
N3P3	۲۸/۵۵ ^a	۶/۵۴ ^g	۸/۲۹ ^a	۵/۰۹ ^a	۲۳۸۴/۲۸ ^a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطوح تیماری می‌باشد.

تأثیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر درصد و عملکرد پروتئین: نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، بیان‌گر آن است که اثرهای اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و بر همکنش عناصر نیتروژن در فسفر، فسفر در پتاسیم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و برهمکنش نیتروژن در فسفر در پتاسیم بر درصد پروتئین و عملکرد پروتئین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار می‌باشد ولی اما اثر اصلی فسفر برای درصد پروتئین از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۱).

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن در فسفر بر صفت‌های کیفی کتان روغنی.

تیمارها	میزان پروتئین (درصد)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
N1P1	۲۲/۷۸ ⁱ	۱۶۸/۴۷ ⁱ	۳۸/۹۸ ^b	۲۸۶/۴۸ ^h
N1P2	۲۴/۹۱ ^h	۲۴۴/۸۹ ^h	۳۹/۳۳ ^{ab}	۳۸۶/۶۱ ^g
N1P3	۲۶/۳۵ ^g	۳۲۰/۰۸ ^g	۳۹/۵۲ ^a	۴۷۹/۸۰ ^f
N2P1	۲۷/۹۵ ^f	۴۵۱/۲۷ ^f	۳۹/۵۹ ^a	۶۳۷/۷۱ ^e
N2P2	۳۰/۴۷ ^e	۵۵۲/۴۷ ^e	۳۹/۴۴ ^{ab}	۷۱۳/۷۰ ^d
N2P3	۳۲/۱۴ ^d	۶۲۸/۴۵ ^d	۳۹/۳۷ ^{ab}	۷۶۹/۸۶ ^c
N3P1	۴۰/۷۱ ^a	۷۹۶/۶۷ ^c	۳۹/۵۸ ^a	۸۶۷/۱۴ ^b
N3P2	۳۶/۶۱ ^b	۸۴۱/۲۱ ^b	۳۹/۴۳ ^{ab}	۹۰۶/۲۷ ^a
N3P3	۳۳/۴۲ ^c	۸۹۳/۲۲ ^a	۳۹/۳۹ ^{ab}	۹۳۹/۱۹ ^a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطوح تیماری می‌باشد.

با توجه به جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه (جدول ۵) بیشترین میزان درصد پروتئین و عملکرد پروتئین با مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و مقدارشان به ترتیب ۴۴/۳۹ درصد پروتئین و ۱۰۰۷/۴ کیلوگرم در هکتار پروتئین حاصل شد و کمترین مقدار آن‌ها با مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و پتاسیم به دست آمد.

نتایج بیانگر آن است که محتوی پروتئین با افزایش مصرف نیتروژن افزایش می‌یابد و از آنجایی که بیشترین نقش پتاسیم در گیاهان خاصیت کاتالیزوری آن است و پتاسیم موجب فعالیت آنزیم‌هایی می‌شود که کاتالیزور ساخت پروتئین هستند، بنابراین با افزایش پتاسیم محتوی پروتئین افزایش پیدا می‌کند.

همچنین افزایش فسفر تأثیری بر درصد و عملکرد پروتئین نداشته است. در آزمایشی بیلز بارو و همکاران (۱۹۹۳) بیان کرد که درصد پروتئین با کاربرد نیتروژن در تمام سال‌ها افزایش یافت این افزایش در دامنه ۷۵-۲۱۰ کیلوگرم در هکتار قابل توجه بود. سیکرس و همکاران (۱۹۹۱) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

تأثیر نیتروژن، فسفر و پتاس بر درصد و عملکرد روغن: بر اساس نتایج تجزیه واریانس درصد روغن تحت تأثیر سطوح مختلف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم قرار نگرفت اما از لحاظ عملکرد روغن در هکتار بین سطوح مختلف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم و برهمکنش نیتروژن در فسفر و فسفر در پتاسیم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۱). نتایج برهمکنش نیتروژن در فسفر (جدول ۴) نشان داد که بیشترین عملکرد روغن به مقدار ۹۳۹/۱۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر حاصل شد، البته بین سطوح کودی ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین می‌توان تیمار ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم در هکتار فسفر را هم از جهت صرفه اقتصادی به‌عنوان مقادیر بهینه و مطلوب نیاز کودی جهت استحصال عملکرد مطلوب روغن توصیه نمود. این در حالی است که کمترین عملکرد روغن به ترتیب با مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به دست آمد.

فتانه پرهیزکار خاجانی و همکاران

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن در فسفر در پتاسیم بر برخی صفتهای کیفی و کمی کتان روغنی

تیمارها	میزان پروتئین (درصد)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
N1P1K1	۲۰/۷۸ ^o	۱۳۰/۹۶ ^q	۶۳۰/۴۸ ^r
N1P1K2	۲۳/۲۲ ⁿ	۱۷۳/۳۹ ^{pq}	۷۵۴/۹۲ ^{rq}
N1P1K3	۲۴/۳۵ ^{mn}	۲۰۱/۰۵ ^{po}	۸۲۵/۸۴ ^{pq}
N1P2K1	۲۴/۶۸ ^{lmn}	۲۲۴/۵۹ ^{nop}	۹۱۰/۲ ^{po}
N1P2K2	۲۴/۹۶ ^{lmn}	۲۴۴/۲۹ ^{nom}	۹۷۹/۰۲ ^{no}
N1P2K3	۲۵/۱ ^{lmn}	۲۶۵/۷۸ ^{nlm}	۱۰۵۸/۹۴ ^{mno}
N1P3K1	۲۶/۲۳ ^{lm}	۲۵۹/۰۶ ^{klm}	۱۱۲۱/۱ ^{mn}
N1P3K2	۲۶/۳۴ ^l	۳۵۰/۷۲ ^{kj}	۱۳۳۲ ^l
N1P3K3	۲۶/۴۷ ^l	۳۱۴/۴۷ ^k	۱۱۸۷/۷ ^{ml}
N2P1K1	۲۶/۵ ^{lk}	۴۰۰/۴۱ ^j	۱۵۰۹/۶ ^k
N2P1K2	۲۸/۴۴ ^{jk}	۴۶۹/۳ ⁱ	۱۶۴۹/۴۶ ^{kj}
N2P1K3	۲۸/۹۱ ^{ji}	۴۸۴/۱۱ ⁱ	۱۶۷۳/۸۸ ^{ji}
N2P2K1	۲۹/۹۳ ^{jhi}	۵۲۶/۲۱ ^{hi}	۱۷۵۸/۲۴ ^{jhi}
N2P2K2	۳۰/۵۵ ^{ghi}	۵۵۹/۱۹ ^{gh}	۱۸۲۰/۴ ^{ghi}
N2P2K3	۳۰/۹۳ ^{ghf}	۵۷۲/۰۱ ^{fgh}	۱۸۴۹/۲۶ ^{hg}
N2P3K1	۳۱/۹۱ ^{gef}	۵۹۱/۶۶ ^{fg}	۱۸۵۳/۷ ^{gh}
N2P3K2	۳۲/۰۲ ^{gef}	۶۶۵/۸۹ ^e	۲۰۸۰/۱۴ ^{ef}
N2P3K3	۳۲/۵ ^{def}	۶۲۷/۷۹ ^{ef}	۱۹۳۱/۴ ^{gf}
N3P1K1	۳۸/۷۲ ^b	۸۲۲/۶۹ ^{bcd}	۲۱۲۴/۵۴ ^{ed}
N3P1K2	۳۹/۰۱ ^b	۸۴۹/۶۶ ^{bc}	۲۱۷۷/۸۲ ^{ecd}
N3P1K3	۴۴/۳۹ ^a	۱۰۰۷/۴ ^a	۲۲۶۸/۸۴ ^{bcd}
N3P2K1	۳۸/۱۳ ^b	۸۷۵/۱۳ ^b	۲۲۹۵/۴۸ ^{bc}
N3P2K2	۳۶/۱ ^c	۸۲۹/۳۹ ^{bcd}	۲۲۹۷/۷ ^{bc}
N3P2K3	۳۵/۶۱ ^c	۸۱۹/۱۱ ^{bcd}	۲۲۹۹/۹۲ ^{bc}
N3P3K1	۳۴/۳۲ ^{cd}	۷۸۹/۳۳ ^{cd}	۲۲۹۹/۹۲ ^{bc}
N3P3K2	۳۳/۲۶ ^{de}	۸۳۱/۴۳ ^{bc}	۲۴۹۹/۷۲ ^a
N3P3K3	۳۲/۶۹ ^{def}	۷۶۹/۲۶ ^d	۲۳۵۳/۲ ^{ab}

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطوح تیماری می باشد.

نتایج حاصل برای عملکرد روغن نشان داد که با مصرف کودهای نیتروژن و فسفر عملکرد روغن افزایش پیدا نمود با توجه به این که عملکرد روغن در هکتار از حاصل ضرب عملکرد دانه در هکتار در درصد روغن دانه به دست می آید متناسب با افزایش عملکرد دانه و تقریباً ثابت بودن درصد روغن آن مقدار روغن از نظر کمی افزایش پیدا می کند، بنابراین می توان بیان نمود مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم اگر چه تأثیری بر درصد روغن نداشته اند ولی چنان چه هدف دستیابی به مقدار کل روغن در واحد سطح باشد، کاربرد این کودها در مقادیر مطلوب ضروری می باشد. پژوهش های انجام شده در داکوتای شمالی نشان داد که میزان روغن دانه با مصرف بیش از ۶۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش می یابد (هنسون، ۲۰۰۴). به طور کلی نتایج این پژوهش نشان می دهد افزایش کودهای نیتروژن تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و پتاسیم تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش صفات رشدی گیاه مانند تعداد شاخه، تعداد کپسول و عملکرد دانه، پروتئین و روغن در شرایط آب و هوایی جنوب شرقی تهران می گردد. بنابراین می توان آن ها را به عنوان مقادیر بهینه و مطلوب نیاز کودی گیاه کتان در مناطق مشابه این پژوهش پیشنهاد نمود.

منابع

- Abedl Gawad, A., Tabbakh, A., and Shtaia, A. 1990. Effect of nitrogen, phosphorous and potassium fertilization on the yield and yield components rape plant. *Ann. Agric. Sci.* 35: 279-293.
- Aliari, H. 2006. *Agronomy and Physiology of Oilseeds*. Amidi Perss. 182p. (In Persian)
- Bernath, J. 1973. Effect of nutrition supply and soil type on valeriana officinalis. *Herba Hungarica*. 12: 30-45.
- Bilsborrow, P.E, Evans, E.J., and Zao, F.J. 1993. The influence of spring nitrogen on yield, yield components and glucosinolate content of autumn-sown oil seed rape. *J. Agric. Sci.* 20: 219-224.
- Dordas, C. 2010. Variation of physiological determinants of yield in linseed in response to nitrogen fertilization. *Ind. Crop Prod.* 31: 455-465.
- Dordas, C., and Sioulas, C. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rain-fed conditions. *Ind. Crops Prod.* 27: 75-85.
- Dulog, L. 1990. Leinoel und daraus abzuleitende Stoffe fuer die Beschichtung von Fussbodenbelag. *Bundes Exp. Wissenschaftliches Zentrum*. Bonn.
- Faraji, A. 2006. Effects of agronomic factors on yield, yield components and oil of two spring canola genotypes in Gonbad areas. *Seed Plant.* 22:277-289. (In Persian)

- Hanson, B., Endres, G., Henson, B., Halvorson, M., and Schatz, B. 2004. Flax response to nitrogen and seeding rates. Available online at: www.ag.ndsu.nodak.
- Hocking, P.J., and Pinkerton, A. 1991. Response of growth and yield components of linseed to the onset or relief of nitrogen stress at several stages of crop development. *Field Crops Res.* 27: 83–102.
- Hocking, P.J., and Pinkerton, A. 1993. Phosphorus–nutrition of linseed (*Linum usitatissimum* L.) as affected by nitrogen supply effects on vegetative development and yield components. *Field Crops Res.* 32: 101-114.
- Irannezhad, H., and Mozayanani Hosseini, M. 2005. Effect of planting date on grain yield in three cultivars of flax oil in Varamin. *J. Agric. Sci.* 111-120. (In Persian)
- Irannejad, H., Poshtkuh, M., Peri, P., and Javanmardi, Z. 2007. Farm Herbal Cannabis Oil, Flax Oil, and Castor. Tehran University Press. (In Persian)
- Kalita, U., Ojha, N.J., and Talukdar, M.C. 1995. Effect of levels and time of potassium application on yield attributes of upland rice. *J. Potassium Res.* 11:203-206.
- Lafond, G.P., Irvine, B., Johnston, A.M., May, W.E., McAndrew, D.W., Shirliff, S.J., and Stevenson, F.C. 2008. Impact of agronomic factors on seed yield formation and quality in flax. *Can. J. Plant Sci.* 88: 485–500. 19.
- 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. *Can. J. Plant Sci.* 67: 53-57.
- Lowary, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., and Randall, R.J. 1951. Protein measurement with the foline phenol reagent. *J. Bio. Chem.* 193: 256-275.
- Malakouti, M., and Riahi, A. 1990. Fertilizers and Soil Fertility. Academic Press Center. 233-236. (In Persian)
- Mendham, N., Shipway, P.A., and Sott, P.K. 1981. Effects of delayed sowing and weather on growth and yield of winter oilseed. *J. Agric. Sci. Comb.* 96: 386-416.
- Miri, K. 2006. Effects of sowing date and density on yield and yield components okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Moench, in Iranshahr. *Seed Plant.* 22: 369-382. (In Persian)
- Najafpour, M. 2001. Effect of chemical fertilizer nitrogen and phosphorus on seed rate plant (*Salvia officinalis*). National Medicinal Plants. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran. (In Persian)
- Nuttall, W.F., and Malhi, S.S. 1991. The effect of time and rate of N-application of the yield and N-uptake of wheat, barley, flax and four cultivars of rapeseed. *Can. J. Soil Sci.* 71: 227–238.
- Omidbeigi, R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Astaneh Ghods-e-Razavi Publications, Mashhad. (In Persian)

- Omidbeigi, R., Fkhrtbatbaei, S., and Akbar, T.O. 2001. Effect of nitrogen fertilizer and irrigation on fertility (growth, yield and active ingredients) flax oil. *Agric. Sci.* 32: 64-53. (In Persian)
- Sykres, J.D., and Mailer, R.J. 1991. The effect of nitrogen on yield and quality of canola. *Proc. 8th GCIRC Congress.* 554-557.
- Thakur, R.B. 1992. Potassium fertilization in transplanted rice. *J. Potassium Res.* 8: 158-161.
- Turner, J. 1991. Linseed plant population relative to cultivar and fertility. *Bio.* 28: 41-48.
- Zargari, A. 2004. *Medicinal Plants.* Tehran University Press. 342. (In Persian)



Effects of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on quantitative and qualitative characteristics of oil flax

F. Parhizkar-Khajani¹, H. Irannezhad², R. Amiri³,
H. Oraki⁴ and *M. Majidian⁵

¹Graduated Student (M.Sc.) of Agronomy, College of Abouraihan, University of Tehran,
²Professor, Dept. of Agronomy, College of Abouraihan, University of Tehran, ³Associate Prof.,
Dept. of Agronomy, College of Abouraihan, University of Tehran, ⁴Ph.D. Student of
Agronomy, Dept. of Agronomy, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, ⁵Assistant
Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Guilan

Received: 2010-12-03; Accepted: 2012-03-01

Abstract

In order to investigate the effects of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on quantitative and qualitative characteristics of flax oil, an experiment was conducted in 2009 in agricultural research farm of Aboureihan, Tehran University. The experimental design was randomized complete block with factorial arrangement in three replications. Factors in this experiment were different levels of nitrogen fertilizer ($N_1=30$, $N_2=60$, $N_3=90$ Kg.ha^{-1}), different levels of phosphorus ($P_1=40$, $P_2=80$, $P_3=120$ Kg.ha^{-1}) and levels of potassium ($K_1=40$, $K_2=80$, $K_3=120$ Kg.ha^{-1}), respectively. Results showed that respectively 90, 120, 80 kg.ha^{-1} of nitrogen, phosphorus and potash, increased significantly in branch number, capsule number, seed yield and oil yield. Obtained results of mean comparison showed that grain yield and oil, 2499.72 and 939.19 kg.ha^{-1} , respectively. Maximum protein yield (1007.4 kg.ha^{-1}) and its percentage (44.39%) obtained with consume 90 kg nitrogen, 40 kg phosphorus and 120 kg potassium per hectare. Results of analysis of variance the levels of fertilizer had not affected on oil percent.

Keywords: Flax; Oil; Yield; Nitrogen; Phosphorus; Potassium

*Corresponding Authors: Email: ma_majidian@guilan.ac.ir

