تأثیر برخی عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر عملکرد دانه و دیگر صفات زراعی کنجد در اصفهان

قدرت‌اله سعیدی[۱*]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۵/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۰/۳۰)

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تأثیر سیزده تیمار کودی (به عنوان فاکتور اصلی) بر صفات زراعی دو رقم کنجد (به عنوان فاکتور فرعی) در یک آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اصفهان انجام شد. نتایج نشان داد که هیچ یک از تیمارهای کودی دارای عناصر غذایی Mn , Zn, Fe ,K, P, N تأثیر معنی‌داری بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن نداشتند، ولی مصرف هم زمان همه عناصر نسبت به تیمار شاهد موجب کاهش معنی‌دار تعداد روز تا رسیدگی شد. اثر متقابل معنی‌دار بین رقم و تیمارهای کودی برای درصد روغن دانه نیز نشان داد که مصرف عناصر غذایی N، P، NPK و NPK+Fe+Zn در توده مبارکه و مصرف عناصر غذایی N+K در توده اردستان موجب کاهش معنی‌دار درصد روغن دانه آنها گردید و بقیه تیمارهای کودهی تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن دانه نداشتند. توده مبارکه نیز به‌طور معنی‌داری نسبت به توده اردستان از ارتفاع بوته بیشتر، تعداد دانه در کپسول بیشتر، وزن هزار دانه کمتر،عملکرد دانه در بوته و در هکتار بیشتر، درصد روغن در دانه کمتر و عملکرد روغن بیشتری برخوردار بود. عملکرد دانه در توده مبارکه و اردستان به ترتیب ۱۶۴۶ و ۱۱۶۹ کیلوگرم در هکتار و درصد روغن دانه آنها به ترتیب برابر ۵۲/۸۸ و ۵۳/۸۱ بود. ضرایب هم‌بستگی و تجزیه رگرسیون نشان داد که تغییرات عملکرد دانه بیشتر ناشی از تغییرات تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول بود و این دو صفت از اجزای اصلی عملکرد دانه در کنجد بودند. عملکرد روغن نیز هم‌بستگی بسیار بالایی را با عملکرد دانه نشان داد (r =۰/۹۹)، ولی ضریب هم‌بستگی آن با درصد روغن دانه بسیار کم و غیر معنی‌دار بود (r = −۰/۱۰)، بنابراین این طور استنباط می‌شود که عملکرد دانه عامل اصلی تعیین کننده عملکرد روغن بوده است.**

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

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) گیاهی است یک ساله و از قدیمی‌ترین گیاهان دانه روغنی که سازگار به نواحی گرم و نیمه گرم است، ولی تولید ارقام مناسب موجب گردیده که کشت آن در مناطق دیگر از جمله مناطق معتدل گسترش یابد (۳۲). در نواحی خشک و نیمه خشک کشور ما نیز کنجد به عنوان یک گیاه اقتصادی و به صورت آبی و معمولاً در تناوب بعد از گندم کشت می‌گردد (۲۷). تولید کنجد در استان‌های خوزستان، بلوچستان، اصفهان و فارس و حتی نواحی سرد مانند شهرهای اراک، نهاوند و مراغه بیشتر مورد توجه است (۲). سطح زیر کشت کنجد در کشور حدود ۳۹۰۰۰ هکتار و تولید آن حدود ۲۷۰۰۰ تن بوده است (۸).

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

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: gsaeidi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4]

دانه کنجد به طور متوسط دارای حدود ۴۵ درصد روغن و ۱۹ تا ۲۵ درصد پروتئین است، ولی این مقادیر بستگی به رقم و شرایط محیطی متغیر می‌باشد. برای تولید تجاری کنجد باید متوسط درصد روغن دانه ۵۰ درصد باشد (۳۲). دانه کنجد از لحاظ روغن، پروتئین، کلسیم و فسفر غنی بوده و منبع بسیار خوبی از ویتامین‌ها می‌باشد و روغن آن به لحاظ وفور اسیدهای چرب غیر اشباع خصوصا اسید لینولئیک از کیفیت بالایی برای تغذیه انسان برخوردار است (۲و۳۲).

فراهم نمودن مقدار کافی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک با مصرف کودهای شیمیایی یکی از جنبه‌های بسیار مهم مدیریت زراعی به منظور افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات است (۷). کمبود نیتروژن در گیاه کنجد موجب زرد شدن بوته، نازکی ساقه‌ها، انشعاب دهی کمتر و ریزش برگ‌ها و کمبود فسفر موجب متوقف شدن انشعاب‌دهی، نکروزه شدن برگ‌های پایینی گیاه و یا گل برگ‌ها و تغییر شکل برگ‌های آن می‌گردد که نهایتاً کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت (۳۲). عناصر غذایی کم مصرف نیز برای رشد طبیعی گیاهان و حصول عملکرد و کیفیت مناسب محصول ضروری هستند و در واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند. به عنوان مثال عنصر آهن در تشکیل کلروفیل گیاهی، عنصر روی برای تولید هورمون‌های رشد اکسین و انجام فتوسنتز و عنصر بور در تقسیم سلولی نقش دارند و تأمین این عناصر غذایی در خاک برای رشد مطلوب گیاه لازم است (۱).

تأثیر عناصر غذایی بر عملکرد دانه و دیگر صفات زراعی کنجد در مطالعات زیادی بررسی شده است (۵، ۶، ۱۸، ۱۹ و۲۱). نتایج یک مطالعه در استان فارس با استفاده از مقادیر مختلف نیتروژن (صفر، ۶۰، ۹۰ کیلوگرم در هکتار) در کنجد نشان داده است که با افزایش میزان نیتروژن، تعداد کپسول در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه افزایش یافته ولی میزان روغن دانه تحت تأثیر قرار نگرفته است (۳). در مطالعه دیگری نیز استفاده از نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه در کنجد شده است (۲۲). نتایج بعضی از مطالعات نیز نشان داده که اضافه کردن عناصر غذایی نیتروژن و فسفر به خاک موجب افزایش میزان فتوسنتز و راندمان آن و نهایتاً افزایش میزان رشد و عملکرد دانه در گیاه کنجد گردیده است (۱۰).

استفاده از عناصر غذایی منیزیم یا روی نیز در بعضی از مناطق موجب افزایش عملکرد دانه (۱۲) و استفاده هم‌زمان عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز موجب افزایش اجزای عملکرد و نهایتاً عملکرد دانه و روغن و هم‌چنین ارتفاع بوته کنجد در بعضی از آزمایش‌ها شده است (۱۳، ۱۴ و ۲۸).

کاربرد عنصر روی به دو روش تغذیه برگی و اضافه کردن به خاک نیز موجب افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم (۳۰) و شاخص برداشت، اجزای عملکرد و نهایتاً عملکرد دانه در کنجد شده است (۳۱). هم‌چنین مصرف تغذیه برگی منگنز افزایش تولید ماده خشک و عملکرد دانه کنجد را به همراه داشته است(۱۱).

بررسی تأثیر عناصر غذایی بر صفات زراعی گیاهان دانه روغنی دیگر نیز مورد توجه محققین بوده، به طوری که استفاده از کودهای شیمیایی دارای گوگرد و نیتروژن موجب افزایش عملکرد و درصد روغن دانه درکلزا (*Brassica. napus* L.) گردیده است (۱۷). در گیاه آفتابگردان نیز استفاده از کودهای دارای نیتروژن موجب افزایش عملکرد و درصد روغن دانه در بعضی از مناطق مورد بررسی شده است (۲۶).

با توجه به این‌که اطلاعات کافی در مورد نیازهای کودی کنجد در منطقه اصفهان موجود نبود، در ضمن استفاده از کودهای شیمیایی و پاسخ گیاهان به آنها بسیار تابع شرایط محیطی ازجمله خاک منطقه و عوامل ژنتیکی است، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر برخی صفات زراعی دو رقم کنجد در اصفهان انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۴ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در لورک نجف‌آباد (۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان) انجام شد. طبق طبقه‌بندی کوپن، منطقه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4]

آزمایش دارای اقلیم گرم وخشک با تابستان‌های گرم است. خاک مزرعه از گروه تیپیک‌هاپل آرجید (Typic Haplargid) و دارای بافت لوم‌رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و pH برابر۷/۶ می‌باشد (۴). سایر ویژگی‌های شیمیایی مانند غلظت عناصر موجود در عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر خاک محل آزمایش نیز در ۶ نمونه از هر عمق خاک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

قبل از کاشت مقادیر قابل عصاره‌گیری آهن، روی و منگنز موجود در خاک به وسیله DTPA استخراج و با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (۱۶). نیتروژن کل خاک نیز با استفاده از روش کلدال (۲۰) و موادآلی با استفاده از روش اکسیداسیون تر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (۲۳). فسفر قابل عصاره‌گیری خاک نیز با استفاده از روش اولسن (کربنات سدیم، pH ۸/۲) و رنگ‌سنجی قرائت گردید(۲۴). پتاسیم قابل عصاره‌گیری خاک نیز به وسیله محلول استات آمونیوم (۱/۰N) و روش شعله‌سنجی اندازه‌گیری شد (۱۵).

در این بررسی تأثیر ۱۳ تیمار کودی (جدول ۱) بر صفات زراعی مختلف از جمله عملکرد دانه و اجزای آن و هم‌چنین میزان روغن دانه دو رقم (توده) کنجد در اصفهان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و به صورت کرت‌های خرد شده بررسی شد. تیمارهای کودی به عنوان فاکتور اصلی و ارقام کنجد که از مناطق اردستان و مبارکه تهیه شده بودند، به عنوان فاکتور فرعی ارزیابی شدند. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و طول ۶ متر بود.

کاشت بذرها در یازدهم خرداد ماه ۱۳۸۴ روی پشته‌ها انجام شد. پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها، فاصله بوته‌ها در هر ردیف کاشت با تنک کردن حدود ۵ سانتی‌متر تنظیم شد. عملیات تهیه بستر زمین آزمایش (که در سال قبل به صورت آیش بود)، شامل شخم زدن در پاییز و دو مرتبه دیسک زدن قبل از کاشت و سپس ایجاد پشته‌ها انجام شد. یک سوم کود اوره مربوط به هر تیمار کودی قبل از کاشت و باقی‌مانده آن به صورت سرک و در مرحله گل‌دهی گیاه به خاک داده شد (جدول ۱). کودهای مورد نظر قبل از کاشت و به صورت نواری روی سطح خاک داده شد، سپس اقدام به ایجاد پشته گردید تا کود در عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری وسط هر پشته قرار گیرد. در تیمارهای تغذیه برگی (جدول ۱)، سولفات روی با غلظت ۱٪ (۱۰گرم در یک لیتر آب مقطر) و سولفات منگنز با غلظت ۰/۷۵٪ (۷/۵ گرم در یک لیتر آب مقطر) و با میزان ۲۰۰۰ لیتر در هکتار، در مرحله شروع گل‌دهی و بعد از غروب آفتاب به صورت تغذیه برگی مصرف شد، به طوری که سطح بوته‌ها در واحدهای آزمایشی مربوطه کاملاً خیس گردید.

در این آزمایش تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن گیاهچه‌ها و تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی و رسیدگی برای هر کرت آزمایشی ثبت شد. به منظور تعیین ارتفاع بوته در هر واحد آزمایشی، ارتفاع ۱۵ بوته از سطح زمین تا انتهای هر بوته و در زمان برداشت اندازه‌گیری و متوسط آن منظور شد. به منظورتعیین عملکرد دانه در واحد سطح، بوته‌های دو ردیف وسط هر واحد آزمایشی برداشت شد. با توجه به شکوفا بودن کپسول‌ها و به منظور جلوگیری از ریزش دانه‌ها، هنگام زرد شدن کپسول‌های پایینی بوته‌ها و شروع زرد شدن برگ‌ها (شروع رسیدگی فیزیولوژیک)، بوته‌ها برداشت شدند(۲). عملکرد دانه در بوته و تعداد کپسول در بوته نیز در ۱۰ بوته تصادفی از هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری و متوسط آن استفاده شد. وزن هزار دانه نیز برای هر واحد آزمایشی تعیین شد. با توجه به عملکرد دانه در بوته، تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه، متوسط تعداد دانه در کپسول نیز برای هر واحد آزمایشی محاسبه گردید. درصد روغن دانه نیز برای هر واحد آزمایشی و با استفاده از روش سوکسله اندازه‌گیری شد. سپس عملکرد روغن از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه محاسبه گردید.

داده‌های مربوط به صفات با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها و در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل یا عوامل آزمایشی از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده شد. به منظور

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول ۱ . تیمارهای کودی مورد استفاده در آزمایش

تیمار	تیمار کودی	زمان و نحوه مصرف کود
T_1	شاهد (عدم استفاده از هر نوع کود شیمیایی)	ــــــــــ
T_2	۹۲ کیلوگرم نیتروژن ازمنبع اوره	یک سوم قبل از کاشت با خاک مخلوط و باقی‌مانده آن در مرحله شروع گل‌دهی به صورت سرک مصرف شد.
T_3	۱۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل	قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.
T_4	۲۰ کیلوگرم پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم	قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.
T_5	$T_2 + T_3$	همانند T_2 و T_3
T_6	$T_2 + T_4$	همانند T_2 و T_4
T_7	$T_3 + T_4$	همانند T_3 وT_4
T_8	$T_2 + T_3 + T_4$	همانند T_2 ،T_3و T_4
T_9	T_8 + سکسترین آهن به میزان ۵۰Kg/ha	همانند T_8 و سکسترین نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.
T_{10}	T_9 +سولفات روی به میزان ۲۰Kg/ha	همانندT_9 و سولفات روی نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.
T_{11}	T_{10} +سولفات منگنز به میزان ۳۰Kg/ha	همانند T_{10} و سولفات منگنز نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.
T_{12}	T_{10}	همانند T_{10} ولی سولفات روی با غلظت ۱٪ و با مقدار ۲۰۰۰ لیتر در هکتار محلول پاشی شد.
T_{13}	T_{11}	همانند T_{11} ولی سولفات روی با غلظت ۱٪ و همزمان با سولفات منگنز با غلظت ۰/۷۵٪ و با مقدار۲۰۰۰ لیتر در هکتار محلول پاشی شد.

بررسی روابط بین اجزای عملکرد ضرایب هم‌بستگی بین آنها محاسبه شد. به منظور تعیین صفاتی که بیشترین نقش را در تنوع عملکرد دانه داشتند نیز از تجزیه رگرسیون مرحله ای استفاده گردید.

نتایج و بحث

مقدار ماده آلی و غلظت برخی از عناصر غذایی موجود در عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر خاک محل آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. به طور کلی میزان ماده آلی وغلظت عناصر غذایی اندازه‌گیری شده در خاک سطحی بیشتر از خاک زیر سطحی(عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر) بود، اگر چه غلظت منیزیم در دو خاک تفاوتی نداشت (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای کودی و ارقام بر تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن معنی‌دار نبود (جدول ۳) و هر دو رقم مورد مطالعه تقریباً بعد از ۱۰ روز به مرحله۵۰٪ سبز شدن رسیدند (جدول ۴). تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی داشتند (جدول ۳). کمترین و بیشترین میانگین تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی به ترتیب به تیمارهای کودی T9 و T3 تعلق داشت و تنها تیمار کودی T9 (NPK+Fe) نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری را برای این صفت نشان داد (جدول ۴). از لحاظ تعداد روز تا رسیدگی نیز کمترین و بیشترین میانگین به ترتیب برابر ۱۴۷/۳ روز (متعلق به تیمار T_{11}) و ۱۵۰/۱ روز (متعلق به تیمار T12) بود، اگر چه تنها تیمار T11 به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد (تیمار شاهد با میانگین ۱۴۹/۱ روز) تعداد روز تا رسیدگی کمتری داشت (جدول ۴). علی‌رغم این‌که ارقام تفاوت معنی‌داری را در مورد صفت تعداد روز تا رسیدگی نشان دادند، ولی از این لحاظ تفاوت زیادی نداشتند، به طوری که میانگین تعداد روز تا رسیدگی در توده مبارکه و اردستان به ترتیب برابر ۱۴۹/۳ و ۱۴۷/۸ روز بود (جدول ۴). عدم وجود اثر متقابل معنی‌دار بین تیمارهای کودی و رقم برای صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی (جدول ۳) نشان داد که هر دو رقم تأثیر پذیری نسبتاً یکسانی را از تیمارهای کودی در مورد این صفات داشته اند. وجود تفاوت بین ارقام از لحاظ تعداد روز تا رسیدگی به دلیل ماهیت ژنتیکی متفاوت آنها می‌باشد (۱۳و۳۲).

اثر تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود، ولی به طور معنی‌داری دو رقم ارتفاع بوته متفاوت داشتند. توده مبارکه ارتفاع بوته بیشتری (۷/۲ سانتی‌متر) نسبت به توده اردستان داشت (جدول ۴). معنی‌دار نبودن اثر متقابل بین رقم و تیمارهای کودی برای ارتفاع بوته (جدول ۳) نشان داد که نحوه تأثیر تیمارهای کودی بر این صفت در هر دو رقم یکسان بوده است. در مطالعه دیگری نیز تأثیر استفاده از عناصر غذاییP،N و K بر ارتفاع بوته ارقام مختلف کنجد یکسان بوده، ولی ارقام از لحاظ این صفت دارای تفاوت معنی‌دار بودند (۱۳).

تیمارهای کودی بر هیچ کدام از اجزای عملکرد و عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). میانگین تعداد کپسول در بوته بین تیمارهای کودی از ۷۴/۸ تا ۱۰۲/۸ متغیر بود (جدول ۴). میانگین تعداد دانه در کپسول از ۳۸/۲ (متعلق به T10) تا ۴۵/۷ (متعلق به T13) متغیر بود، ضمن آن‌که هیچ کدام از تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). در مطالعه دیگری (۱۴) ۵۰ درصد افزایش در مصرف NPK نسبت به مقدار مورد توصیه شده، موجب افزایش معنی‌دار تعداد کپسول در بوته در کنجد گردید. وزن هزار دانه در تیمارهای کودی نیز بین ۲/۹۳ گرم (در تیمار T12) تا ۳/۲۶ گرم (در تیمار T2) متغیر بود و هیچ کدام از تیمارهای کودی در مقایسه با تیمار شاهد تأثیر معنی‌داری در وزن هزار دانه ایجاد نکردند (جدول ۴). نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داد که استفاده از عناصر غذایی تأثیر معنی‌داری بر اجزای عملکرد کنجد شامل تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه نداشته است (۲۵). در مقابل برخی نتایج نشان داده که کوددهی موجب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه شده است (۲۹). این اختلاف در نتایج می‌تواند ناشی از تفاوت ارقام، شرایط محیطی و خاک محل آزمایش باشد (۳۲).

علی‌رغم معنی‌دار نبودن اثر تیمارهای کودی بر عملکرد دانه در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول ۲. مقدار ماده آلی و غلظت برخی عناصر غذایی در خاک محل آزمایش (متوسط ۶ نمونه)

عمق خاک (سانتی‌متر)	قابل عصاره گیری با DTPA			نیتروژن کل اندازه‌گیری شده با روش کلدال	فسفر عصاره گیری شده با بیکربنات سدیم (روش اولسن)	پتاسیم عصاره گیری شده با استات آمونیوم	ماده آلی
	آهن (Fe) (mg/ kg)	روی (Zn) (mg/ kg)	منگنز (Mn) (mg/ kg)	(٪)	(mg/ kg)	(mg/ kg)	(٪)
۰–۳۰	۵/۶۰ ±۰/۳۳	۱/۴۰± ۰/۱۱	۴/۰±۰/۱۲	۰/۰۵۳ ±۰/۰۰۳	۱۸/۰± ۰/۵۳	۹±۳۳۷	۰/۶۶ ±۰/۰۴
۳۰–۶۰	۵/۰۲ ±۰/۲۶	۱/۲۴ ±۰/۱۴	۴/۱ ±۰/۱۵	۰/۰۴۳ ±۰/۰۰۳	۱۲/۸ ±۲/۳۰	۹±۲۹۳	۰/۴۹ ±۰/۰۲

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس برای صفات مختلف

منابع تغییرات	میانگین مربعات										
	درجه آزادی	تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن	تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن ۱۰۰۰ دانه (g)	عملکرد دانه در بوته (g)	عملکرد دانه (Kg/ha)	درصد روغن دانه	عملکرد روغن (Kg/ha)
تکرار	۲	۴/۱۹**	۰/۳۹	۶/۱۶*	۱۶۲	۴۸۵	۹۱*	۰/۰۰۵	۵/۱۷	۹۶۷۶۷۷**	۳/۲**	۱۹۸۹۷۶**
تیمار کودی (T)	۱۲	۰/۹۵	۳/۲۹**	۴/۳۶*	۲۱۷	۳۳۲	۲۵	۰/۰۴۲	۵/۷۵	۱۱۱۸۰۲	۵/۱**	۳۳۹۹۳
خطای a	۲۴	۰/۶۶	۲/۳۶**	۱/۷۵	۲۸۲	۲۵۲	۲۱	۰/۰۲۳	۳/۳۷	۶۸۱۷۸	۰/۹	۱۹۴۴۸
رقم (V)	۱	۰/۰۵	۱/۲۸	۴۱/۶۵**	۹۹۴**	۷۱	۱۱۱۰**	۰/۴۸۷**	۳۰/۸**	۴۳۹۳۹۰۳**	۱۶/۸**	۱۱۲۰۲۳۷**
V * T	۱۲	۰/۴۱	۰/۳۶	۴/۵۷	۸۷	۱۴۲	۲۶	۰/۰۲۱	۳/۰۲	۵۷۸۷۸	۸**	۹۱۳۴۳
خطای b	۲۶	۰/۶۵	۰/۷۸	۲/۵۷	۷۱	۱۵۰	۴۲	۰/۰۳۹	۳/۸۵	۷۳۱۶۸	۱/۴	۲۰۳۱۵

*و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول ۴. میانگین صفات مختلف در تیمارهای کودی و ارقام

عامل آزمایشی	تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن	تعداد روز تا ۵۰٪ گل‌دهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته(cm)	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن ۱۰۰۰ دانه(g)	عملکرد دانه در بوته(g)	عملکرد دانه (Kg/ha)	درصد روغن دانه	عملکرد روغن
تیمار کودی											
T_1	۱۰/۵	۵۴/۳ ab	۱۴۹/۱ abc	۱۴۸/۰	۸۸/۶	۴۱/۹	۳/۰۹۴	۱۱/۴۱	۱۴۱۸	۵۴/۲۳ ab	۷۷۰
T_2	۹/۷	۵۳/۳ abc	۱۴۸/۱ bcd	۱۵۷/۰	۷۹/۰	۴۱/۴	۳/۲۶۱	۱۰/۳۴	۱۴۶۰	۵۳/۲۱ bc	۷۷۳
T_3	۱۰/۰	۵۴/۸ a	۱۴۸/۵ bcd	۱۴۸/۳	۷۹/۵	۴۴/۰	۳/۰۷۸	۱۰/۶۹	۱۲۶۵	۵۱/۶۵ d	۶۵۰
T_4	۹/۷	۵۲/۶ bc	۱۴۷/۶ cd	۱۶۱/۹	۸۴/۲	۴۱/۷	۳/۱۸۹	۱۱/۱۷	۱۴۴۳	۵۴/۹۶ a	۷۹۱
T_5	۱۰/۰	۵۳/۲ abc	۱۴۷/۶ cd	۱۵۵/۳	۷۹/۱	۴۴/۶	۳/۰۵۵	۱۰/۷۵	۱۵۳۹	۵۴/۵۱ a	۸۳۹
T_6	۱۰/۲	۵۳/۸ abc	۱۴۹/۳ ab	۱۵۵/۳	۸۱/۵	۴۴/۸	۳/۰۸۳	۱۰/۵۶	۱۳۲۷	۵۲/۶۸ cd	۶۹۸
T_7	۹/۷	۵۳/۲ abc	۱۴۸/۵ bcd	۱۵۶/۰	۸۱/۹	۴۲/۵	۳/۱۶۶	۱۰/۸۶	۱۳۵۳	۵۳/۰۳ c	۷۱۸
T_8	۹/۲	۵۴ abc	۱۴۸/۱ bcd	۱۵۰/۴	۷۴/۸	۴۱/۶	۳/۱۷۲	۹/۶۸	۱۴۳۷	۵۲/۵۰ cd	۷۴۶
T_9	۹/۷	۵۲/۲ c	۱۴۸/۵ bcd	۱۶۲/۱	۱۰۲/۸	۴۰/۰	۳/۰۷۷	۱۲/۶۸	۱۳۲۸	۵۴/۲۷ ab	۷۱۸
T10	۱۰/۲	۵۴/۰ abc	۱۴۹/۳ ab	۱۴۷/۲	۷۴/۸	۳۸/۲	۳/۰۸۳	۸/۵۵	۱۴۷۱	۵۳/۲۰ bc	۷۷۵
T11	۹/۸	۵۲/۶ bc	۱۴۷/۳ d	۱۶۱/۹	۸۷/۸	۴۰/۸	۳/۱۸۳	۱۱/۳۹	۱۴۳۶	۵۳/۳۰ bc	۷۶۸
T12	۹/۳	۵۳/۳ abc	۱۵۰/۱ a	۱۴۷/۸	۸۰/۱	۴۲/۲	۲/۹۲۷	۹/۹۸	۱۶۸۹	۵۲/۶۱ cd	۸۸۸
T13	۹/۲	۵۳/۲ abc	۱۴۹/۶ ab	۱۵۶/۱	۷۹/۵	۴۵/۷	۳/۰۵۵	۱۰/۵۶	۱۱۲۳	۵۳/۳۱ bc	۶۰۰
LSD(٪۵)	* –	۱/۸	۱/۶	–	–	–	–	–	–	۱/۱۶	–
رقم											
توده مبارکه	۹/۷	۵۳/۳	۱۴۹/۳ a	۱۵۷/۳ a	۸۱/۵	۴۶/۰ a	۳/۰۳۰ b	۱۱/۲۹ a	۱۶۴۴ a	۵۲/۸۸ b	۸۶۸ a
توده اردستان	۹/۸	۵۳/۵	۱۴۷/۸ b	۱۵۰/۱ b	۸۳/۵	۳۸/۵ b	۳/۱۸۸ a	۱۰/۰۳ b	۱۱۶۹ b	۵۳/۸۱ a	۶۲۹ b
LSD(٪۵)	–	–	۰/۷	۳/۹	–	۳/۰	۰/۰۹۱	۰/۹۱	۱۲۵	۰/۵۶	۶۶

در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

* : آزمونLSD برای عاملی انجام شد که مقدار F آن در تجزیه واریانس معنی‌دار بود.

بوته و واحد سطح (جدول ۳)،تفاوت میانگین این صفات در بین تیمارهای کودی زیاد بود، به‌طوری‌که میانگین عملکرد دانه در بوته آنها بین ۸/۵۵ تا ۱۲/۶۸ گرم و عملکرد دانه آنها بین ۱۱۲۳ تا ۱۶۸۹ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. کمترین و بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح به ترتیب به تیمارهای کودی T13 و T12 تعلق داشت (جدول ۴) و این دو تیمار در مقایسه با شاهد تغییرات عملکرد بیشتری را ایجاد نمودند، به این ترتیب که تیمار T12 موجب ۱۹٪ افزایش عملکرد و تیمار T13 موجب ۲۱٪ کاهش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول۴). وجود تفاوت زیاد بین عملکرد دانه در تیمارهای T9 و T12 نشان می‌دهد که استفاده از عنصر روی به صورت تغذیه برگی موجب افزایش عملکرد دانه شده است (جدول۴). در همین ارتباط نتایج پژوهش دیگری (۳۱) نشان داد که مصرف تغذیه برگی عنصر روی در کنجد موجب افزایش اجزای عملکرد و نهایتاً عملکرد دانه شده است. کاربرد عنصر روی می‌تواند موجب افزایش تولید گل در بوته شده و یا از ریزش آنها جلوگیری نماید، که در این صورت افزایش تعداد کپسول در بوته را موجب می‌شود. عنصر روی ممکن است با افزایش میزان جذب سایر عناصر غذایی نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز افزایش عملکرد دانه را موجب شود (۳۰ و ۳۱). اضافه کردن عناصر غذایی به خاک هم‌چنین موجب افزایش فتوسنتز، راندمان استفاده از مواد فتوسنتزی و بهبود عملکرد دانه کنجد خواهد شد (۱۰). عدم تأثیر معنی‌دار عناصر غذایی مختلف بر عملکرد دانه در مطالعه حاضر (جدول۴) با نتایج مطالعات دیگران (۱۲و ۱۴) مبنی بر مؤثر نبودن استفاده از کودهای دارای عناصر غذایی بر عملکرد دانه کنجد در بعضی از مناطق مورد آزمایش آنها مطابقت دارد. در مقابل نیز استفاده از عناصر غذایی موجب کاهش عملکرد دانه در بعضی از آزمایش‌های مربوط به کنجد شده است (۲۵). بنابراین همان طور که مورد انتظار است، تأثیر مصرف کودهای شیمیایی بسیار تابع ارقام و شرایط محیطی و خاک منطقه می‌باشد (۱۳ و ۳۲).

دو رقم مورد بررسی از لحاظ تعداد کپسول در بوته تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی توده مبارکه به‌طور معنی‌داری تعداد دانه در کپسول بیشتر، وزن دانه کمتر و عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح بسیار بیشتری را نسبت به توده اردستان داشت (جدول ۴) و عملکرد دانه در توده‌های مبارکه و اردستان به ترتیب برابر ۱۶۴۴ و ۱۱۶۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). وجود تفاوت آماری از لحاظ اجزای عملکرد و عملکرد دانه بین ارقام کنجد در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (۳) و این تفاوت‌ها بستگی به ماهیت ژنتیکی ارقام دارد (۳۲).

تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری را بر درصد روغن دانه داشتند، ولی اثر آنها بر عملکرد روغن معنی‌دار نبود (جدول ۳). در بین تیمارهای کودی، تیمارهای T_3 و T_6، T_7، T_8 و T_{12} موجب کاهش معنی‌دار درصد روغن درمقایسه با تیمار شاهد شدند (جدول ۴). اثر رقم بر درصد روغن دانه نیز معنی‌دار بود (جدول ۳) و درصد روغن دانه در توده اردستان بیشتر از توده مبارکه بود (جدول ۴). تفاوت معنی‌دار از لحاظ درصد روغن دانه بین ارقام کنجد در پژوهش‌های دیگر نیز مشاهده شده است (۳). مشاهده اثر متقابل معنی‌دار بین تیمارهای کودی و رقم برای درصد روغن دانه نشان داد که تیمارهای کودی T_2 و T_3، T_8، T_{10} در توده مبارکه و تیمار کودی T_6 در توده اردستان موجب کاهش درصد روغن دانه آنها شد و بقیه تیمارها تأثیر معنی‌داری را بر درصد روغن دو رقم نداشتند (جدول ۵). در این مطالعه مصرف N (تیمار T_2) در توده مبارکه موجب کاهش درصد روغن دانه گردید، ولی مصرف آن تأثیر معنی‌داری را بر درصد روغن دانه در توده اردستان نداشت (جدول۴). هم‌چنین نتایج حاصل در مورد توده اردستان با نتایج مطالعات دیگر (۳) مبنی بر عدم تأثیر مصرف کود نیتروژن بر میزان روغن دانه کنجد در تطابق است.

عملکرد روغن در تیمارهای کودی بین ۶۰۰ (مربوط به تیمار T_{13}) تا ۸۸۸ کیلوگرم در هکتار (مربوط به تیمار T_{12}) متغیر بود. علی‌رغم کمتر بودن درصد روغن دانه در توده مبارکه، این توده به طور معنی‌داری عملکرد روغن بیشتری را نسبت به توده اردستان داشت که این تفاوت ناشی از افزایش عملکرد دانه آن بود (جدول ۴).

ضرایب هم‌بستگی (جدول۶) نشان داد که بین وزن هزار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول ۵. میانگین های اثر متقابل تیمار کودی و رقم برای صفت درصد روغن

رقم	تیمار کودی											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
توده مبارکه	۵۴/۸۴	۵۱/۷۲	۴۹/۹۵	۵۴/۵۴	۵۴/۷۲	۵۳/۸۱	۵۳/۲۱	۵۰/۵۷	۵۲/۹۷	۵۱/۳۳	۵۴/۷۷	۵۱/۷۸	۵۳/۲۳
توده اردستان	۵۳/۶۳	۵۴/۷۱	۵۳/۳۶	۵۵/۳۹	۵۴/۳۰	۵۱/۵۵	۵۲/۸۵	۵۴/۴۳	۵۵/۵۶	۵۵/۰۸	۵۱/۸۲	۵۳/۴۵	۵۳/۳۹

مقدار LSD در سطح احتمال پنج درصد جهت مقایسه میانگین‌های اثر متقابل برابر ۲/۰۱ می‌باشد.

جدول ۶. ضرایب هم‌بستگی بین صفات

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱- تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن										
۲- تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	۰/۳۶									
۳- تعداد روز تا رسیدگی	۰/۰۸	۰/۰۸								
۴- ارتفاع بوته	-۰/۲۲	-۰/۷۴*	-۰/۰۴							
۵- تعداد کپسول در بوته	۰/۱۷	-۰/۴۶	-۰/۰۵	۰/۳۶						
۶- تعداد دانه در کپسول	-۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۴۲	۰/۳۵	-۰/۱۴					
۷- وزن هزار دانه	۰/۰۱	۰/۱	-۰/۶۲**	-۰/۱۶	۰/۰۰	-۰/۷۰**				
۸- عملکرد دانه در بوته	۰/۱۲	-۰/۴۳*	۰/۱۳	۰/۶۱**	۰/۷۱**	۰/۵۱**	-۰/۳۱			
۹- عملکرد دانه	۰/۰۳	-۰/۱۵	۰/۵۲**	۰/۳۱	-۰/۱۶	۰/۶۰**	-۰/۵۹**	۰/۲۹		
۱۰- درصد روغن دانه	۰/۰۷	-۰/۱۴	-۰/۳۶**	۰/۱۷	۰/۲۶	-۰/۱۸	-۰/۲۱	-۰/۲	-۰/۲۲*	
۱۱- عملکرد روغن	-۰/۰۴	-۰/۲۰	۰/۳۳**	۰/۲۴*	۰/۰۵	۰/۲۹**	-۰/۲۱	۰/۳۰**	۰/۹۹**	-۰/۱

*و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

دانـه و تعـداد دانـه در کپـسول هـم‌بـستگی منفـی و معنـی‌دار ($r = -۰/۷۰^{**}$) وجود داشـت. ایـن مطلـب نـشان مـی‌دهـد بـا افزایش تعداد دانه در کپسول، وزن دانه کاهش داشـته اسـت. بـا توجه به محدود بودن مواد فتوسنتزی جهت ذخیـره در دانـه‌هـا، دور از انتظار نمی‌باشد که با افزایش تعداد دانه در کپـسول، وزن دانه کاهش یابد. عملکرد دانه در بوته نیـز هـم‌بـستگی مثبـت و بالایی را با هر دو صفت تعداد کپسول در بوتـه ($r = ۰/۷۱^{**}$) و تعـداد دانـه در کپـسول داشـت ($r = ۰/۵۱^{**}$)، ولـی ضـریب هم‌بستگی بین وزن دانه و عملکرد دانه در بوتـه معنـی‌دار نبـود. این نتایج نشان می‌دهد کـه دو جـزء تعـداد کپـسول در بوتـه و تعداد دانه در کپسول به ترتیب اهمیت به عنـوان اجـزای اصـلی عملکرد دانه بودند که با نتایج حاصـل از تجزیـه رگرسـیون در این مطالعه و نتایج مطالعـات دیگـر (۹) همخـوانی دارد. نتـایج تجزیه رگرسـیون دراین بررسـی نـشان داد کـه صـفات تعـداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه به ترتیب ۵۸ درصد، ۲۹ درصد و ۶ درصد از تغییـرات عملکـرد دانـه در بوته را توجیه نمودند و دو صفت تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول، از اجزای اصلی عملکرد دانه بودند. در مطالعات دیگر (۳۱ و ۳۲) نیز تعداد کپسول در بوته به عنوان جزء اصـلی عملکرد دانه در کنجد گزارش شده است.

در این مطالعه، عملکرد دانه در واحد سطح نیز هـم‌بـستگی معنـی‌دار و مثبـت ($r = ۰/۶۰^{**}$) بـا تعـداد دانـه در کپـسول و هم‌بستگی منفی ($r = -۰/۵۹^{**}$) با وزن دانه نـشان داد، ولـی بـا تعداد کپسول در بوته هم‌بستگی معنی‌داری نداشت (جـدول۶). در همـین ارتبـاط برخـی پژوهـشگران (۳) نـشان داده‌انـد کـه هم‌بستگی معنی‌دار بـین عملکـرد دانـه کنجـد و صـفات تعـداد کپسول در بوته و وزن دانه وجود نداشته است.

عملکرد روغن هم‌بستگی بسیار معنـی‌داری ($r = ۰/۹۹^{**}$) را با عملکرد دانه نشان داد (جدول ۶)، ولی ضریب هم‌بـستگی آن با درصـد روغـن دانـه معنـی‌دار نبـود ($r = -۰/۱۰^{ns}$). بنـابراین استنباط مـی‌شـود کـه عامـل اصـلی تغییـرات عملکـرد روغـن، عملکرد دانه بوده و این نتایج با نتـایج پـژوهش دیگـری (۱۴) مبنی بر تابعیت روند تغییرات عملکرد روغـن از عملکـرد دانـه هم‌خوانی دارد.

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که مـصرف کودهـای شیمیایی تأثیر معنـی‌داری بـر صـفات زراعـی و اقتـصادی مـورد مطالعه از جمله عملکرد دانه و روغن در کنجد نداشت و حتی در بعضی موارد کاهش درصد روغن دانه را نیز باعث شد، که علـت آن می‌تواند وجود کافی عناصر مورد مطالعه در خاک و یا احتمالاً وجود عوامل محدود کننده دیگر باشد. در هر صورت با توجه بـه پرهزینه بودن مصرف کودهای شیمیایی و آثار سوء آن بـر محـیط زیست، در شرایط محیطـی و خـاکی مـورد مطالعـه و مـشابه آن، استفاده از کود شیمیایی قابل توصیه نمی‌باشد. با توجـه بـه بیـشتر بودن عملکرد دانه و عملکرد روغن توده مبارکه در مقایسه با توده اردستان، توسعه کشت این توده بیشتر قابل توصیه است.

سپاسگزاری

این پژوهش بخشی از یـک پـروژه ملـی در قالـب پـروژه‌هـای تحقیقات ویژه توسعه کـشور (توتـک) بـا شـماره ثبـت ۲۱۲۵۵ است و بدین‌وسـیله از شـورای پـژوهش‌هـای علمـی کـشور و سازمان مـدیریت و برنامـه‌ریـزی کـشور و هـم‌چنـین از حـوزه معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان به دلیل فراهم نمـودن زمینه انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. خلد برین، ب. و ط. اسلام زاده. ۱۳۸۰. *تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه)*. جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز.

۲. خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۷۷. *تولید نباتات صنعتی* انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. پاپری مقدم فرد، ا. و بحرانی، م. ج. ۱۳۸۴. تأثیر کاربرد نیتروژن و تراکم بوته بر برخـی ویژگـی‌هـای زراعـی کنجـد. مجلـه علـوم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4]

کشاورزی ایران ۳۶(۱): ۱۲۹-۱۳۴.

۴. لکزیان، ا. ۱۳۶۸. چگونگی تحول و تکامل و بررسی خصوصیات کانی‌های رسی خاک‌های سری خمینی شهر در مزرعه آزمایشی لورک نجف آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

5. Balamurugan, C. and G. Venkatesan. 1983. Response of sesame (*Sesamum indicum* L.) to potassium and manganese Madras Agric. J. 70:673-677.
6. Bennet, M.R., K. Thiagalington and D.F. Beech. 1996. Effect of nitrogen application on growth, leaf nitrogen content, seed yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Sesame and Safflower Newsletter 11:21-28.
7. Chaudhry, A. U. and M. Sarwar.1999. Optimization of nitrogen fertilizer in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Pak. J. Bio. Sci. 2:242-243.
8. FAO 2002. FAO. Yearbook Production. FAO Pub., Rome, Italy.
9. Fendel, A.J.E. and E. J. Monterverde Penso. 1994. Heritability estimates of six characteristics and their phenotypic correlation from a factorial cross design in sesame. Agron. Trop. (Maracay) 44:529-540.
10. Garg, B.K., S. Kathju and S.P. Vyas. 2005. Salinity-fertility interaction on growth, photosynthesis and nitrate reductase activity in sesame. Indian J. Plant Physiol.10:162-167.
11. Imayavaramban, V., J. Jeyasingh, K. Thanunathan, R. Singaravel and R.I. Manuel. 2004. Studies on the effect of foliar application of NPK and chelated micronutrients on the productivity and economic returns of sesame. Res. on Crops 5: 44-46.
12. Jain, H.C., U. Goswami, M.R. Deshmukh and D.M. Hegde. 1999. Response of sesame to macronutrients with and without organic manure in a coastal ecosystem. Sesame and Safflower Newsletter 14: 37-39.
13. Kathiresan, G. 2002. Response of sesame (*Sesamun indicum* L.) genotypes to levels of nutrients and spacing under different seasons. Indian J. Agron. 47: 537-540.
14. Kathiresan, G. and A. Dharmalingam. 1999. Influence of nutrient levels on sesame in different seasons. Sesame and Safflower Newsletter 14:40-42.
15. Knudsen, D., G.A. Peterson and P.F. Pratt. 1982. Lithium, Sodium, Potassium. PP. 225-240. *In*: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2. American Society of Agronomy, Madison, Wis.
16. Lindsay, W.L. and W.A. Norvel. 1978. Development of DTPA soil test for zinc, iron manganese and copper. Soil Sci. Am. J. 42:421-428.
17. Malhi, S.S. and K.S. Gill. 2002. Effectiveness of sulphate-S ferilization at different growth stages for yield, seed quality and S uptake of canola. Can. J. Plant Sci. 82:665-674.
18. Mandal, S.S., S.B. Goswami and B.K. Pradhan 1990. Yield and yield attributes of sesame as influenced by potassium nutrition and plant density. Ind. Agriculturalists 34:99-100.
19. Mitchell, G.A., F.T. Bingham and D.M. Yermanos. 1974. Growth, mineral content and seed characteristics of sesame as affected by nitrogen, phosphorus and potassium nutrition. Soil Sci. Soc. Am. 38:925-929.
20. Mremner, J.M. and C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. PP. 595-624. *In*: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI.
21. Muthuvel, P., C. Udhayasooriyan, B. Habbeebullah. 1985. Studies on micronutrient fertilization of seasame. Madras Agric. J. 72(4): 234-235.
22. Narkhede, T.N., S.C. Wadile, D. R. Attarde and R.T. Suryawanshi. 2001. Integrated nutrient management in rainfed sesame (*Sesamun indicum* L.) in assured rainfall zone. Sesame and Safflower Newsletter 16: 57-59.
23. Nelson, D. W. and L.P. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. PP. 539-579. *In*: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, American Society of Agronomy, Madison, WI.
24. Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. PP. 403-430. *In*: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI.
25. OseiBonsu, K. 1997. The effect of spacing and fertilizer application on the growth, yield and yield components of sesame (*Sesamun indicum* L.). Acta Hort. (ISHS) 53:355-374.
26. Scheiner, J.D., F.H. Gutierrez-Boem and R.S. Lavado. 2002. Sunflower nitrogen requirment and ^{15}N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. Eur. J. Agron. 17:73-79.
27. Sepaskhah, A.R. and M. Andam. 2001. Crop coefficient of sesame in a semi-arid region of I.R. Iran. Agric. Water Mang . 49:51-63.
28. Sharma, P.B. 2005. Fertilizer management in sesame (*Sesamun indicum* L.)-based intercropping system in Tawa command area. J. Oilseeds Res. 22:63-65.
29. Sujathamma, P. D.S. Reddy and B.S. Reddy. 2003. Direct, residual and cumulative residual effect of nitrogen on yield parameters, yield and nitrogen uptake of sesame in rice-groundnut-sesame cropping system. Ann. Agric. Res. 24:587-592.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4]

30. Thiruppathi, M.K., K. Thanunathan, M. Ganapathy, M. Prakash and V. Imayavaramban. 2001. Nutrient uptake and quality characters of sesame (*Sesamun indicum* L.) as influenced by micronutrients, biofertilizer and phytohormones. Sesame and Safflower Newsletter 16: 51-56.
31. Thiruppathi, M.K., K. Thanunathan, M. Prakash and V. Imayavaramban. 2001. Use of biofertilizer, phytohormone and Zinc as a cost effective agrotechnique for increasing sesame productivity. Sesame and Safflower Newsletter 16: 46-50.
32. Weiss, E. A. 2000. Oil Seed Crops. Blackwell Science Ltd., UK.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.32.4]