

اثر سطوح کود نیتروژن، شیوه‌های کاشت و خاکورزی بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه کلزا (*Brassica napus* L.) به‌عنوان کشت دوم در تناوب پس از برنج

محمد ربیعی^۱، مجید مجیدیان^{۲*}، مسعود کاوسی^۳ و محمدرضا علیزاده^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۴)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر خاکورزی، شیوه کاشت و سطوح کود نیتروژن بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن در زراعت کلزا، آزمایشی به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۵ اجرا شد. در این آزمایش، سه شیوه خاکورزی شامل خاکورزی متداول، کم خاکورزی و بدون خاکورزی به‌عنوان کرت‌های اصلی و دو شیوه کاشت شامل کشت مستقیم و کشت نشایی و چهار مقدار کود نیتروژن خالص به‌میزان صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین کارایی زراعی نیتروژن (۱۷/۶۸ کیلوگرم بر کیلوگرم)، کارایی مصرف نیتروژن (۳۲/۴۰ کیلوگرم بر کیلوگرم)، بازافت ظاهری نیتروژن (۷۱/۸۵ درصد)، شاخص برداشت نیتروژن (۷۵/۴۸ درصد) و کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (۴۷/۹۸ کیلوگرم بر کیلوگرم) را دارا بود. با افزایش مصرف نیتروژن، کلیه صفات مربوط به کارایی نیتروژن کاهش یافت و در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در کمترین مقدار خود بودند. اثر متقابل خاکورزی در نیتروژن نشان داد که تیمار کم خاکورزی در ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۴۱۴۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، تیمار کم خاکورزی در ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دلیل افزایش عملکرد دانه و روغن و تیمار کم خاکورزی در ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌علت کارایی بالای مصرف نیتروژن، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و رعایت مسائل زیست‌محیطی برای کشت کلزا در اراضی شالیزاری استان گیلان مناسب به‌نظر می‌رسند.

واژه‌های کلیدی: کارایی زراعی نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک، کشت دوم، کم خاکورزی، نشاکاری

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۳. دانشیاران مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: ma_majidian@guilan.ac.ir

مقدمه

به منظور جلوگیری از کاهش کیفیت و فرسایش بیش از اندازه خاک‌های زراعی و حفاظت هر چه بیشتر از منابع خاک در جهان رو به گسترش هستند (۲۲). در روش‌های خاکورزی حفاظتی به دلیل وجود بقایای گیاهی و علف‌های هرز در مزرعه، کشت نشایی کارایی بیشتری در دریافت منابع محیطی شامل نور، آب و مواد غذایی دارد و بهتر می‌تواند با علف‌های هرز موجود در مزرعه و علف‌های هرزی که بعداً سبز می‌شوند رقابت کند. در خاکورزی حفاظتی حداقل ۳۰ درصد زمین در زمان کاشت گیاه، پوشیده از بقایای گیاهی است (۱۵). خاکورزی حفاظتی همراه با بقایای گیاهی در خاک چه در حالت بدون شخم و یا شخم حداقل در حفاظت از آب و خاک مؤثر است و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و عملکرد محصول را بهبود می‌بخشد (۱۷ و ۲۱). افزایش تلفات نیتروژن و فسفر از طریق رواناب در روش بدون خاکورزی ممکن است سبب کاهش کاربرد این روش خاکورزی شود (۱۸ و ۲۹). نیتروژن به دلیل نقش مهمی که در فرایندهای حیاتی گیاه عهده‌دار است، عنصری است که کمبود آن بیش از سایر عناصر، تولید گیاهان زراعی را محدود می‌کند. با وجود مزایای کودهای نیتروژن‌دار در افزایش رشد، تولید و عملکرد گیاهان زراعی مصرف بیش از حد آنها از طریق آبشویی و فرسایش می‌تواند موجب افزایش آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی و افزایش هزینه‌ها شود. بنابراین مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه علاوه بر کاهش آلودگی‌های نیتراتی، کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی مصرف نهاده‌ها را نیز به همراه دارد (۲۰). کلزا ظرفیت بالایی در جذب نیتروژن از خاک داشته و به منظور کاهش آبشویی نیترات در اراضی زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۸). نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که با مصرف کود نیتروژن، عملکرد دانه و روغن کلزا به نحو قابل توجهی افزایش می‌یابد، ولی چنانچه میزان استفاده از نیتروژن بیشتر از مقادیر توصیه شده باشد، کارایی مصرف کود کاهش می‌یابد (۱۶ و ۲۴). نتایج حاصل از آزمایش انجام شده در خصوص کاربرد کود نیتروژن به میزان صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و

کلزا (*Brassica napus* L.)، یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی بعد از سویا و نخل روغنی است (۱۰) که به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی گیلان، کشت دوم آن بعد از برنج مورد توجه است. از آنجایی که بخش اعظم روغن مصرفی کشور از خارج وارد می‌شود و با توجه به نیاز روزافزون کشور به روغن‌های خوراکی، کشت دانه‌های روغنی مانند کلزا و مدیریت صحیح آنها برای افزایش عملکرد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۹). در سال‌های اخیر به دلیل کمبود آب و همچنین کاهش مصرف آب در کشت نشایی به دلیل کاهش طول دوره رشد در زمین اصلی، توجه ویژه‌ای به کشت نشایی محصولات کشاورزی صورت گرفته است. کاهش دفعات آبیاری و مقدار آب مصرفی در مراحل سبز شدن و رشد اولیه در پاییز (۶) افزایش کارایی استفاده از منابع، کاهش مصرف بذر، بالاتر بودن درصد جوانه‌زنی و سبز شدن به دلیل شرایط بهینه محیطی، امکان استفاده از فصل رشد به مدت بیشتر، کاشت گیاه در زمین حتی در شرایط نامساعد آب و هوایی و بالا بودن عملکرد از دیگر مزایای کشت گیاهان به روش نشاکاری هستند (۹). کشت نشایی کلزا به دلایلی مانند زودرسی و استقرار بهتر گیاهچه مورد توجه است (۲۵). با توجه به سنگین بودن بافت خاک و بارندگی‌های زیاد در فصل کشت کلزا، انجام شخم کامل در اراضی شالیزاری استان گیلان، علاوه بر مصرف انرژی و هزینه‌های مرتبط با آن می‌تواند باعث تأخیر و یا گاهی از دست دادن فصل کشت و همچنین فشردگی و تخریب ساختمان خاک شود. عدم امکان آماده‌سازی به موقع زمین شامل شخم و دیسک به دلیل وضعیت ویژه خاک در اراضی شالیزاری و بالا بودن هزینه آماده‌سازی زمین، از جمله مشکلات پیش روی توسعه کشت کلزا پس از برداشت برنج است. علاوه بر این، کشت دو محصول در یک سال، مستلزم نوعی کاهش خاکورزی به دلیل محدودیت زمانی برای تهیه بستر محصول دوم است. کاهش خاکورزی که از آن به عنوان کشاورزی حفاظتی نام برده می‌شود، یکی از راهکارهای رسیدن به کشاورزی پایدار است. روش‌های خاکورزی حفاظتی

برنج عملیات آماده‌سازی زمین برای کشت کلزا صورت گرفت. کشت کلزا به صورت دیم و بدون هیچ‌گونه آبیاری انجام گرفت. برای جلوگیری از غرقابی شدن مزرعه در اثر بارندگی‌های سنگین احتمالی، بین بلوک‌ها و دور تا دور زمین زهکش‌هایی به عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متر و به عرض ۳۰-۲۵ سانتی‌متر احداث شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کشت به فواصل ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۱۰ متر بود. فواصل بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها سه متر در نظر گرفته شد. قبل از اجرای آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک، نمونه مرکبی تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه خاک و آب مؤسسه تحقیقات برنج کشور تعیین شد (جدول ۱). پس از انجام تجزیه خاک یک سوم مقدار کود نیتروژن تخصیص یافته برای هر تیمار و تمام کود فسفر خالص به مقدار ۶۹ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل و پتاسیم خالص به مقدار ۷۸ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم در زمان کاشت به مزرعه داده شد. میانگین دمای هوا، میزان بارندگی و مجموع ساعات آفتابی ماهانه دو سال اجرای آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. عملیات احداث خزانه در مهر ماه صورت گرفت. مقدار بذر برای نشاکاری ۱/۸ کیلوگرم در هکتار و کاشت نشایی کلزا به صورت دستی و به روش ریشه لخت در مرحله چهار برگی انجام گرفت (۱۴). مقدار بذر کلزای مورد استفاده در کشت مستقیم شش کیلوگرم در هکتار و کاشت بذر در اوایل آبان و همزمان با کاشت نشایی به صورت دستی انجام گرفت (۲۷). دو سوم کود نیتروژن نیز به صورت سرک، یک سوم قبل از شروع ساقه رفتن و یک سوم قبل از گلدهی برحسب تیمارهای آزمایش به کرت‌ها اختصاص یافت. برای محاسبه عملکرد دانه در هنگام برداشت دو ردیف کناری و یک متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف و بقیه به عنوان سطح برداشت انتخاب شد. محاسبه عملکرد دانه بر اساس رطوبت دوازده درصد و برحسب کیلوگرم در هکتار انجام گرفت. اندازه‌گیری غلظت نیتروژن دانه و کلاه و کلسش با

۱۶۰ کیلوگرم در هکتار در منطقه قزوین نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن از ۴۰ به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار کارایی زراعی، کارایی مصرف، کارایی فیزیولوژیک و بازیافت ظاهری نیتروژن کاهش یافت (۳۰). از آنجایی که کلزا گیاهی مدیریت‌پذیر است و پاسخ مناسبی به مدیریت بهینه زراعی نشان می‌دهد، تعیین سطوح بهینه نیتروژن و انتخاب روش خاکورزی و شیوه کاشت مناسب در توسعه سطح زیر کشت کلزا، از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در خصوص بررسی اثرات همزمان سه عامل خاکورزی، روش کاشت و مقدار نیتروژن در زراعت کلزا صورت نگرفته است، این پژوهش با هدف دستیابی به مناسب‌ترین سطوح نیتروژن و افزایش کارایی مصرف آن تحت تأثیر شیوه‌های کاشت و خاکورزی برای کشت کلزا در اراضی شالیزاری منطقه گیلان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت اسپلینت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ و ۱۳۹۶-۹۷ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت اجرا شد. سه شیوه خاکورزی شامل خاکورزی متداول (شخم برگردان‌دار + دوبار دیسک)، کم خاکورزی (یک بار استفاده از روتیواتور تراکتوری در عمق حدود ۱۵-۱۰ سانتی‌متر و بدون خاکورزی (کاشت فقط در شیار ایجاد شده با شیار بازکن تیغه‌ای) (۲)، به عنوان کرت اصلی و دو شیوه کاشت شامل کاشت مستقیم (کاشت بذر در عمق ۱-۲ سانتی‌متری خاک) و کاشت نشایی: نشای کلزا در زمان چهار برگی و چهار سطح کود نیتروژن خالص شامل صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. رقم کلزای کشت شده، رقم دلگان بود که از ارقام جدید، بهاره، آزاد گرده افشان و دارای پتانسیل عملکرد بالا است و برای کشت در مناطق گرم و شالیزاری توصیه شده است (۲۷). پس از برداشت

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

عمق (سانتی متر)	pH	فسفر قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)		پتاسیم قابل استفاده (درصد)		نیترژن کل (درصد)	کربن آلی	شن	سیلت رس	بافت
۰-۳۰	۷/۴۱	۱۹/۶	۱۵۵	۱/۳۶	۰/۱۴۶	۶	۴۶	۴۸	رسی-سیلتی	

جدول ۲. آمار هواشناسی در طی سالهای زراعی ۱۳۹۵-۹۷ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور-رشت

ماه	دما (درجه سانتی گراد)				میزان بارندگی (میلی متر)		مجموع ساعات آفتابی	
	کمینه		بیشینه		۱۳۹۵-۹۶		۱۳۹۶-۹۷	
	۱۳۹۵-۹۶	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۵-۹۶	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۵-۹۶	۱۳۹۶-۹۷		
مهر	۱۵/۵	۲۳/۸	۱۴/۱	۲۲/۱	۲۳۸/۸	۲۳۹/۹	۱۰۸/۶	۱۳۰/۱
آبان	۹/۴	۱۶/۳	۱۲/۷	۲۱/۵	۲۵/۹	۲۰۰/۳	۷۱/۳	۹۷/۴
آذر	۲/۳	۱۲/۱	۵/۵	۱۴/۹	۷۱/۴	۲۱۹/۴	۱۲۹/۸	۱۱۵/۸
دی	۳/۵	۱۱/۵	۵/۳	۱۲/۹	۶۶/۷	۳۸/۰	۹۰/۹	۷۷/۸
بهمن	۰/۳	۸/۶	۳/۶	۱۰/۷	۱۸۵/۶	۲۱۶/۷	۹۲/۴	۶۸/۵
اسفند	۴/۱	۱۴/۵	۷/۳	۱۵/۱	۸۶	۴۴/۸	۱۳۴/۵	۵۶/۹
فروردین	۸/۵	۱۸/۶	۸/۵	۱۸/۷	۲۰/۴	۸۶/۲	۱۴۰	۱۴۵/۹
اردیبهشت	۱۴/۳	۲۴/۱	۱۴/۲	۲۴/۵	۳۷/۲	۲۷/۸	۱۶۹/۲	۱۷۰/۴
میانگین	۷/۲	۱۶/۲	۸/۹	۱۷/۶				
مجموع					۷۳۲	۱۰۷۳/۱	۹۳۶/۷	۸۶۲/۶

دانه در تیمار شاهد و Nf مقدار نیترژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار) است.

کارایی مصرف نیترژن (NUE) برحسب کیلوگرم بر کیلوگرم، از حاصل کسر عملکرد دانه تولید شده (Wg) برحسب کیلوگرم در هکتار به کل نیترژن مصرفی شده به دست می آید:

$$NUE = \frac{Wg}{Nf} \times 100 \quad (2)$$

بازیافت ظاهری نیترژن (NRF) برحسب درصد، از حاصل کسر تفاضل جذب نیترژن در تیمار کودی و تیمار بدون مصرف کود به نیترژن موجود در کود مصرفی به دست می آید:

$$NRF = \frac{D-E}{Nf} \times 100 \quad (3)$$

در این رابطه، D جذب عنصر غذایی توسط گیاه در تیمار کودی، E جذب عنصر توسط گیاه در تیمار شاهد است.

استفاده از روش کج‌لدال انجام گرفت. درصد پروتئین با اندازه‌گیری درصد نیترژن دانه و ضرب کردن این مقدار در عدد ۶/۲۵ محاسبه شد (۷). پس از اندازه‌گیری غلظت عناصر در گیاه، صفات کارایی زراعی نیترژن، کارایی مصرف نیترژن، بازیافت ظاهری نیترژن، کارایی فیزیولوژیک نیترژن، کارایی آگرو فیزیولوژیک نیترژن، کارایی استفاده از نیترژن و شاخص برداشت نیترژن محاسبه شدند (۸ و ۲۰).

کارایی زراعی نیترژن (NAE) برحسب کیلوگرم بر کیلوگرم، از حاصل کسر تفاضل عملکرد دانه در تیمار کودی و تیمار بدون مصرف کود به نیترژن موجود در کود مصرفی به دست می آید:

$$NAE = \frac{Y_{NX} - Y_{N0}}{Nf} \quad (1)$$

در این رابطه، Y_{NX} عملکرد دانه در تیمار کودی، Y_{N0} عملکرد

نتایج و بحث

کارایی زراعی نیتروژن

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که بین اثر اصلی سال، خاکورزی، میزان نیتروژن و اثر متقابل خاکورزی در میزان نیتروژن و سال در روش کاشت و سال در مقدار نیتروژن از نظر صفت کارایی زراعی نیتروژن اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین اثر متقابل سه‌گانه خاکورزی در روش کاشت در مقدار نیتروژن بر هیچ‌کدام از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین کارایی زراعی نیتروژن در دو سال اجرای آزمایش نشان داد که سال دوم با میانگین ۱۳/۹۶ کیلوگرم بر کیلوگرم نسبت به سال اول با میانگین ۱۲/۴۰ کیلوگرم بر کیلوگرم از کارایی بالاتری برخوردار بود (جدول ۴). در بین سطوح مختلف نیتروژن، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۱۷/۶۸ کیلوگرم بر کیلوگرم بیشترین و مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۸/۸۹ کیلوگرم بر کیلوگرم کمترین کارایی زراعی نیتروژن را داشتند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل خاکورزی در مقادیر نیتروژن نشان داد که ترکیبات تیماری خاکورزی متداول و کم خاکورزی با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین و هر سه تیمار خاکورزی با ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیتروژن کمترین کارایی زراعی نیتروژن را دارا بودند (جدول ۶). نتایج نشان داد که کارایی زراعی نیتروژن تحت تأثیر سطوح نیتروژن مصرفی است و با افزایش سطوح نیتروژن، کارایی زراعی نیتروژن نیز کاهش یافت. از نتایج به دست آمده می‌توان استنباط کرد که واکنش گیاه به مصرف کود نیتروژن از قانون بازده نزولی تبعیت می‌کند، به این معنی که با افزایش مصرف نیتروژن، به‌مرور میزان عملکرد دانه روند رشد کمتری را نشان می‌دهد و این کاهش شیب رشد تا جایی ادامه می‌یابد که با خط مجانب مماس می‌شود. به‌نظر می‌رسد که تلفات نیتروژن در سطوح بالای آن، از طریق آبشویی، تصعید و دنیتریفیکاسیون باعث کاهش جذب نیتروژن توسط گیاه شده و این امر موجب کاهش کارایی زراعی نیتروژن می‌شود. نتایج سایر پژوهشگران نیز بیانگر

کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (NPE) برحسب کیلوگرم بر کیلوگرم، از حاصل کسر، تفاضل عملکرد کل ماده خشک در تیمار کودی و تیمار بدون مصرف کود به تفاضل جذب نیتروژن در تیمار کودی و تیمار بدون مصرف کود به دست می‌آید:

$$NPE = \frac{Y_{NX} - Y_{N0}}{D - E} \quad (4)$$

در این رابطه، Y_{NX} عملکرد کل ماده خشک در تیمار کودی و Y_{N0} عملکرد کل ماده خشک در تیمار شاهد (کیلوگرم) است.

کارایی آگرو فیزیولوژیک نیتروژن (NAPE)، از حاصل کسر تفاضل عملکرد دانه در تیمار کودی و تیمار بدون مصرف کود به تفاضل جذب نیتروژن در تیمار کودی و تیمار بدون مصرف کود به دست می‌آید.

کارایی آگرو فیزیولوژیک نیتروژن به‌وسیله رابطه ۴ و با استفاده از عملکرد دانه در تیمار کودی و عملکرد شاهد به ترتیب به‌عنوان پارامترهای Y_{N0} و Y_{NX} محاسبه شد.

کارایی استفاده از نیتروژن (UTE) برحسب کیلوگرم بر کیلوگرم، از حاصل کسر عملکرد دانه (Wg) به کل نیتروژن جذب شده توسط گیاه (Nt) برحسب کیلوگرم در هکتار به دست می‌آید:

$$UTE = \frac{Wg}{Nt} \quad (5)$$

شاخص برداشت نیتروژن (NHI) برحسب درصد، از حاصل کسر نیتروژن جذب شده در دانه (Ng) به نیتروژن جذب شده توسط گیاه (Nt) هر دو برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه می‌شود:

$$NHI = \frac{Ng}{Nt} \times 100 \quad (6)$$

با توجه به یکنواختی واریانس خطای آزمایش برای کلیه صفات تجزیه مرکب به‌عمل آمد. تجزیه واریانس مرکب با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات مورد نظر انجام شد. تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ و برای مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل تیمارها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر خاکورزی، شیوه کاشت و سطوح نیتروژن بر صفات مورد مطالعه در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۵

منابع تغییرات	درجه آزادی	کارایی زراعی N	کارایی مصرف N	بازیافت ظاهری N	کارایی فیزیولوژیک N	کارایی آگروفیزیولوژیک N
سال	۱	۶۵/۹۷**	۱۷۳/۵۱**	۳۵۵۷/۱۹**	۳۳۴۱/۵۶**	۴۸/۹۲**
سال × تکرار	۲	۲/۴۵	۱/۲۸	۱۸۶/۸۵	۱۵/۵۰	۴/۳۹
روش خاکورزی	۲	۲۳/۲۰*	۱۱۶/۴۸**	۳۱۸/۱۲**	۲۴۱/۷۴**	۴/۲۱ ^{ns}
خطای کرت اصلی	۴	۱۳/۴۸	۴/۲۷	۱۰۷/۳۷	۱۰۰/۷۶	۲۹/۱۷
روش کشت	۱	۱۳/۴۳ ^{ns}	۶/۲۳ ^{ns}	۶۱۳/۲۸**	۳۲/۱۰ ^{ns}	۲۵/۰۱ ^{ns}
میزان نیتروژن	۲	۶۹۶/۷۲**	۳۲۷۶/۲۱**	۵۴۶۸/۹۶**	۲۰۹/۲۳**	۲۷۵/۹۷**
خاکورزی × روش کشت	۲	۶/۶۰ ^{ns}	۶/۹۲ ^{ns}	۵۱/۴۱ ^{ns}	۱۴۹/۸۸*	۴/۵۹ ^{ns}
خاکورزی × مقدار نیتروژن	۴	۱۹/۴۲**	۲۹/۵۸**	۱۷۰/۴۶**	۹۲/۰۸*	۳/۲۲ ^{ns}
روش کشت × مقدار نیتروژن	۲	۱/۵۱ ^{ns}	۳/۲۰ ^{ns}	۱۰۱/۳۲ ^{ns}	۱۹/۹۸ ^{ns}	۰/۶۲ ^{ns}
خاکورزی × روش کشت × مقدار نیتروژن	۴	۲/۶۱ ^{ns}	۱/۷۴ ^{ns}	۲۲/۲۱ ^{ns}	۷۹/۰۱ ^{ns}	۶/۹۲ ^{ns}
سال × خاکورزی	۲	۶/۲۵ ^{ns}	۲/۵۵ ^{ns}	۴۰۶/۴۱**	۸۳/۰۱ ^{ns}	۱۱/۸۴ ^{ns}
سال × روش کشت	۱	۲۷/۱۹*	۶/۱۸ ^{ns}	۱۶۴/۹۷ ^{ns}	۳۰/۶۳ ^{ns}	۱/۶۹ ^{ns}
سال × مقدار نیتروژن	۲	۴۵/۲۹**	۶۴/۳۸**	۷۹۳/۷۰**	۱۰۹/۸۹*	۶/۱۰ ^{ns}
سال × خاکورزی × روش کشت	۲	۳/۶۴ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۲/۶۹ ^{ns}	۶۹/۱۱ ^{ns}	۱/۵۸ ^{ns}
سال × خاکورزی × مقدار نیتروژن	۴	۱/۵۳ ^{ns}	۰/۶۰ ^{ns}	۲۸/۳۴ ^{ns}	۴۴/۲۷ ^{ns}	۶/۳۴ ^{ns}
سال × روش کشت × مقدار نیتروژن	۲	۳/۸۲ ^{ns}	۳/۶۲ ^{ns}	۲/۹۹ ^{ns}	۳۷/۷۲ ^{ns}	۱۷/۹۸ ^{ns}
سال × خاکورزی × روش کشت × مقدار نیتروژن	۴	۱/۹۳ ^{ns}	۰/۵۶ ^{ns}	۱۶/۶۷ ^{ns}	۱۲/۹۹ ^{ns}	۲/۸۰ ^{ns}
خطا	۶۴	۴/۷۳	۳/۰۲	۴۱/۹۹	۳۴/۹۷	۶/۶۶
ضریب تغییرات (%)	-	۱۶/۵۰	۷/۸۹	۱۰/۸۲	۱۳/۰۳	۱۱/۹۶

^{ns} غیر معنی دار و * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

کاهش کارایی زراعی نیتروژن در سطوح بالای نیتروژن است (۱، ۱۲ و ۲۴ و ۳۰).

کارایی مصرف نیتروژن

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال دوم با میانگین ۲۳/۲۸ کیلوگرم بر کیلوگرم نسبت به سال اول با میانگین ۲۰/۷۵ کیلوگرم بر کیلوگرم از کارایی مصرف نیتروژن بیشتری برخوردار بود (جدول ۴). بین روش‌های خاکورزی، خاکورزی متداول و کم خاکورزی با میانگین‌های ۲۳/۳۰ و ۲۲/۷۸ کیلوگرم بر کیلوگرم بیشترین و تیمار بدون خاکورزی با میانگین ۱۹/۹۶ کیلوگرم بر کیلوگرم، کمترین کارایی مصرف نیتروژن را

دارا بودند. با توجه به بیشتر بودن عملکرد دانه در تیمارهای خاکورزی، افزایش کارایی مصرف نیتروژن در این تیمارها قابل انتظار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل خاکورزی در مقادیر نیتروژن نشان داد که ترکیبات تیماری کم خاکورزی و خاکورزی متداول در ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین کارایی مصرف نیتروژن را دارا بودند و به‌طور مشترک در یک گروه قرار داشتند. هر سه ترکیب تیماری خاکورزی در ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیز کمترین کارایی مصرف نیتروژن را به‌طور یکسان به‌خود اختصاص دادند (جدول ۵). با توجه به اینکه کارایی مصرف نیتروژن از نسبت عملکرد دانه تولید شده به نیتروژن مصرفی

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر اصلی سال، خاکورزی، شیوه کاشت و سطوح نیتروژن بر صفات مورد مطالعه کلزا در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۵

تیمار	عملکرد دانه		کارایی زراعی N		کارایی مصرف N		کارایی فیزیولوژیک N		کارایی اگروفیزیولوژیک N		کارایی استفاده از N		شاخص برداشت N
	(کیلوگرم بر هکتار)											(درصد)	
سال													
۱۳۹۵-۱۳۹۶	۳۰۵۳/۸ ^b	۱۲/۴ ^{ab}	۲۰/۷ ^{cd}	۵۰/۹ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۷۲/۴ ^{ab}
۱۳۹۶-۱۳۹۷	۳۳۴۸/۶ ^a	۱۳/۹ ^{ca}	۳۳/۲ ^{ab}	۳۹/۸ ^{cb}	۲۰/۹ ^{cd}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۷۳/۶ ^{ca}
خاکورزی													
بدون خاکورزی	۲۹۴۳/۵ ^b	۱۲/۳ ^{ca}	۱۹/۹ ^{cd}	۴۲/۴ ^{cb}	۲۱/۵ ^{ca}	۲۲/۰ ^{ca}	۲۲/۰ ^{ca}	۲۲/۰ ^{ca}	۲۲/۰ ^{ca}	۲۲/۰ ^{ca}	۲۲/۰ ^{ca}	۲۲/۰ ^{ca}	۷۲/۴ ^{ab}
کم خاکورزی	۳۳۰۳/۸ ^a	۱۳/۳ ^{ca}	۲۲/۷ ^{ca}	۴۷/۲ ^{cb}	۲۱/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۲۲/۲ ^{ca}	۷۳/۱ ^{ca}
خاکورزی متداول	۳۳۵۷/۰ ^a	۱۳/۸ ^{ca}	۳۳/۳ ^{ca}	۴۶/۴ ^{cb}	۲۱/۹ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۷۳/۲ ^{ca}
روش کشت													
کشت مستقیم	۳۱۵۶/۲ ^b	۱۲/۸ ^{ca}	۲۱/۷ ^{ca}	۴۵/۹ ^{cb}	۲۲/۰ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۲۲/۶ ^{ca}	۷۳/۴ ^{ab}
کشت نشانی	۳۲۴۶/۱ ^a	۱۳/۵ ^{ca}	۲۲/۱ ^{ca}	۴۲/۸ ^{cb}	۲۱/۰ ^{ca}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۷۲/۲ ^{cb}
مقدار نیتروژن (کیلوگرم بر هکتار)													
صفر	۱۴۷۲/۰ ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷۰/۴ ^{cd}
۱۰۰	۳۳۳۹/۸ ^b	۱۷/۶ ^{ca}	۳۲/۴ ^{ca}	۴۷/۹ ^{cb}	۲۲/۵ ^{ca}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۲۲/۹ ^{cb}	۷۵/۴ ^{ab}
۲۰۰	۴۰۰۰/۶ ^a	۱۲/۹ ^{cb}	۲۰/۰ ^{cd}	۴۲/۹ ^{cb}	۲۱/۰ ^{ca}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۲۲/۴ ^{cb}	۷۴/۰ ^{ab}
۳۰۰	۴۰۹۲/۴ ^a	۸/۸ ^{cd}	۱۳/۶ ^{cd}	۴۲/۲ ^{cb}	۱۹/۱ ^{cd}	۲۰/۶ ^{cd}	۲۰/۶ ^{cd}	۲۰/۶ ^{cd}	۲۰/۶ ^{cd}	۲۰/۶ ^{cd}	۲۰/۶ ^{cd}	۲۰/۶ ^{cd}	۷۱/۳ ^{cd}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل خاکورزی در سطوح نیتروژن بر صفات کلزا در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۵

مقدار نیتروژن	عملکرد دانه	کارایی			مقدار نیتروژن	مقدار نیتروژن
		کارایی زراعی N	کارایی مصرف N	کارایی فیزیولوژیک N		
(کیلوگرم در هکتار)		(کیلوگرم بر کیلوگرم)			(درصد)	
بدون خاکورزی	صفر	۱۳۲۴/۷ ^g	-	-	-	-
بدون خاکورزی	۱۰۰	۲۸۴۰/۳ ^e	۱۵/۱۶ ^b	۲۸/۴۰ ^b	۴۱/۶۸ ^d	۶۴/۳۶ ^b
بدون خاکورزی	۲۰۰	۳۶۶۶/۷ ^c	۱۲/۶۹ ^c	۱۸/۳۳ ^d	۴۴/۱۶ ^{cd}	۵۶/۸۳ ^c
بدون خاکورزی	۳۰۰	۳۹۴۲/۲ ^b	۹/۰۴ ^d	۱۳/۱۴ ^e	۴۱/۴۸ ^d	۴۸/۱۷ ^d
کم خاکورزی	صفر	۱۵۴۰/۰ ^f	-	-	-	-
کم خاکورزی	۱۰۰	۳۳۷۸/۷ ^d	۱۸/۳۹ ^a	۳۳/۷۹ ^a	۵۱/۸۷ ^a	۷۴/۳۳ ^a
کم خاکورزی	۲۰۰	۴۱۴۴/۳ ^a	۱۳/۰۲ ^c	۲۰/۷۲ ^c	۴۶/۷۲ ^{bc}	۶۲/۹۳ ^b
کم خاکورزی	۳۰۰	۴۱۴۹/۲ ^a	۸/۷۰ ^d	۱۳/۸۳ ^e	۴۳/۲۴ ^{cd}	۴۶/۷۴ ^d
خاکورزی متداول	صفر	۱۵۵۱/۳ ^f	-	-	-	-
خاکورزی متداول	۱۰۰	۳۵۰۰/۵ ^{cd}	۱۹/۴۹ ^a	۳۵/۰۱ ^a	۵۰/۴۰ ^{ab}	۷۶/۸۴ ^a
خاکورزی متداول	۲۰۰	۴۱۹۰/۸ ^a	۱۳/۲۰ ^c	۲۰/۹۵ ^c	۴۴/۱۱ ^{cd}	۶۱/۹۱ ^{bc}
خاکورزی متداول	۳۰۰	۴۱۸۵/۲ ^a	۸/۹۲ ^d	۱۳/۹۵ ^e	۴۴/۹۱ ^{cd}	۴۶/۷۶ ^d

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

راهکار کلیدی برای توسعه کشاورزی پایدار است، تولید مناسب با کمترین انرژی ورودی و اتلاف نیتروژن امکان‌پذیر خواهد بود (۱۱).

بازیافت ظاهری نیتروژن

نتایج مقایسه میانگین بازیافت ظاهری نیتروژن نشان داد که سال دوم با میانگین ۶۵/۶۱ درصد نسبت به سال اول با میانگین ۵۴/۱۴ درصد از میزان بازیافت ظاهری نیتروژن بیشتری برخوردار بود. شرایط مساعد آب و هوایی در سال دوم آزمایش به دلیل دمای بیشتر و بارندگی کمتر باعث افزایش بیوماس گیاهی و جذب بیشتر نیتروژن در دانه و کاه شد و بنابراین افزایش بازیافت ظاهری نیتروژن در سال دوم حاصل شد. (جدول ۲). روش کشت نشایی نیز به دلیل افزایش عملکرد دانه و غلظت نیتروژن بیشتر در مجموعه بیوماس گیاهی شامل دانه و کاه با میانگین ۶۲/۲۶ درصد نسبت به کشت مستقیم با میانگین ۵۷/۴۹ از درصد بازیافت بیشتری برخوردار بود. استقرار

به دست می‌آید، بنابراین در تیمارهای خاکورزی با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به دلیل افزایش سرعت هدرروی نیتروژن در اثر آبشویی، دنیتریفیکاسیون و همچنین به دلیل بزرگ شدن مخرج کسر، کاهش نسبت عملکرد دانه تولید شده به مقدار کود مصرف شده حاصل شد و این امر سبب کاهش کارایی مصرف نیتروژن شد. به طور کلی زمانی که گیاه دچار کمبود عناصر غذایی است، با تأمین آنها واکنش مثبت نشان می‌دهد. با رفع تدریجی کمبود، واکنش گیاه به مقادیر بیشتر کود کمتر می‌شود. بنابراین کارایی مصرف عناصر غذایی با رفع نیاز گیاه کاهش می‌یابد. معمولاً بالاترین کارایی مصرف کود در پایین‌ترین سطوح مصرف آن به دست می‌آید (۳ و ۳۰). گزارش‌های برخی پژوهشگران نیز بیانگر آن است که حداکثر کارایی مصرف عنصر غذایی، زمانی حاصل می‌شود که غلظت آن نزدیک به سطح بحرانی باشد، زیرا بدون آن که عنصر غذایی اضافی، در گیاه وجود داشته باشد، حداکثر عملکرد در این نقطه به دست می‌آید. با توجه به اینکه بهبود کارایی مصرف نیتروژن،

جدول ۶. تجزیه واریانس اثر خاکورزی، شیوه کاشت و سطوح نیتروژن بر صفات مورد مطالعه کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	کارایی استفاده از N	شاخص برداشت N
سال	۱	۳۱۳۲۳۱۰/۰**	۱۱۲/۶۲**	۸۸/۹۲**
سال × تکرار	۲	۴۱۲۵۲/۷	۵/۷۵	۷/۵۶
روش خاکورزی	۲	۲۴۲۵۵۱۵/۴**	۴/۰۱ ^{ns}	۱۵/۱۲ ^{ns}
خطای کرت اصلی	۴	۹۲۷۳۸/۲	۷/۵۳	۲۲/۵۹
روش کشت	۱	۲۹۰۷۰۰/۷*	۱۸/۲۳**	۵۱/۹۶**
مقدار نیتروژن	۳	۵۳۰۹۴۰۵۸۷/۷**	۱۷۸/۹۲**	۱۹۶/۳۷**
خاکورزی × روش کشت	۲	۱۹۲۲۵۱/۴*	۰/۰۶ ^{ns}	۱/۳۵ ^{ns}
خاکورزی × میزان نیتروژن	۶	۱۵۵۹۰۳/۷*	۰/۴۸ ^{ns}	۶/۶۲ ^{ns}
روش کشت × مقدار نیتروژن	۳	۲۰۸۸۵۸/۸*	۰/۲۴ ^{ns}	۳/۶۷ ^{ns}
خاکورزی × روش کشت × مقدار نیتروژن	۶	۲۵۷۱۷/۴ ^{ns}	۰/۶۵ ^{ns}	۸/۴۲ ^{ns}
سال × خاکورزی	۲	۳۲۴۹۱/۴ ^{ns}	۱۲/۷۳**	۲۱/۶۷ ^{ns}
سال × روش کشت	۱	۳۵۷۸۴/۱ ^{ns}	۱/۶۰ ^{ns}	۱۶/۹۰ ^{ns}
سال × مقدار نیتروژن	۳	۳۰۰۰۹۷/۲*	۱/۱۰ ^{ns}	۹۸/۵۹**
سال × خاکورزی × روش کشت	۲	۴۸۰۸/۴ ^{ns}	۲/۵۹ ^{ns}	۳۵/۰۴*
سال × خاکورزی × مقدار نیتروژن	۶	۱۵۴۲۲/۴ ^{ns}	۰/۷۸ ^{ns}	۶/۸۴ ^{ns}
سال × روش کشت × مقدار نیتروژن	۳	۴۴۲۸۱/۶ ^{ns}	۲/۰۴ ^{ns}	۷/۴۵ ^{ns}
سال × خاکورزی × روش کشت × مقدار نیتروژن	۶	۸۶۲۶/۴ ^{ns}	۰/۶۶ ^{ns}	۳/۰۵ ^{ns}
خطا	۸۸	۵۴۳۴۳/۷	۱/۴۰	۷/۳۰
ضریب تغییرات(%)	-	۷/۲۸	۵/۰۷	۳/۷۱

ns غیر معنی دار و * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

یافت و بیشترین بازیافت ظاهری نیتروژن در کمترین مقدار نیتروژن حاصل شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد که کاهش کارایی بازیافت ظاهری در نتیجه افزایش مصرف نیتروژن، ناشی از ثابت بودن ظرفیت جذب و استفاده از نیتروژن توسط گیاه و افزایش هدرروی عنصر مذکور است (۳). نتایج حاصل از بررسی سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در گیاه کلزا نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن، بازیافت ظاهری نیتروژن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. دلیل این موضوع را می‌توان به بازیافت کم نیتروژن در گیاهان یک‌ساله به دلیل افزایش تلفات کودی آنها در مزرعه مربوط دانست (۵).

گیاهچه‌های چند برگی کلزا با دارا بودن ریشه‌های به نسبت طویل در زمین اصلی سبب جذب بیشتر نیتروژن و تلفات کمتر آن نسبت به کشت مستقیم شد و از این رو درصد نیتروژن دانه و کاه در این روش کشت بیشتر بود که این امر نشان‌دهنده کارایی بیشتر سیستم کشت نشایی در جذب نیتروژن است (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل خاکورزی در نیتروژن نشان داد که ترکیبات تیماری کم خاکورزی و خاکورزی متداول با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بیشترین و هر سه ترکیب تیماری خاکورزی در ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور مشترک کمترین بازیافت ظاهری نیتروژن را دارا بودند. نتایج نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن، بازیافت ظاهری نیتروژن کاهش

کارایی فیزیولوژیک نیتروژن

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال اول با میانگین ۵۰/۹۶ کیلوگرم بر کیلوگرم نسبت به سال دوم با میانگین ۳۹/۸۳ کیلوگرم بر کیلوگرم از کارایی فیزیولوژیک نیتروژن بیشتری برخوردار بود (جدول ۴). علت افزایش کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در سال اول آزمایش با وجود کاهش عملکرد آن را می‌توان به جذب کمتر نیتروژن و به عبارت دیگر، کاهش غلظت نیتروژن در بیوماس گیاهی نسبت داد. علاوه بر این، کاهش بازیافت ظاهری نیتروژن در سال اول نیز از جمله دلایل افزایش کارایی فیزیولوژیک نسبت به سال دوم آزمایش محسوب می‌شود. بین روش‌های خاکورزی، تیمار کم خاکورزی با میانگین ۴۷/۲۷ کیلوگرم بر کیلوگرم بیشترین و تیمار بدون خاکورزی با میانگین ۴۷/۲۷ کیلوگرم بر کیلوگرم کمترین کارایی فیزیولوژیک نیتروژن را دارا بودند. علت کاهش کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در تیمار بدون خاکورزی با وجود یکسان بودن میزان غلظت نیتروژن بیوماس گیاهی را می‌توان به کاهش عملکرد ماده خشک در این تیمار نسبت داد. بین مقادیر نیتروژن نیز، تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۴۷/۹۸ بیشترین و تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۴۳/۲۱ کیلوگرم بر کیلوگرم کمترین کارایی فیزیولوژیک نیتروژن را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل خاکورزی در نیتروژن نشان داد که ترکیب تیماری کم خاکورزی در ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۵۱/۸۷ کیلوگرم بر کیلوگرم بیشترین کارایی فیزیولوژیک نیتروژن را دارا بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد که در این ترکیب تیماری به دلیل بالا بودن عملکرد دانه و افزایش غلظت نیتروژن در بیوماس گیاهی (تیمار کم خاکورزی) و کم بودن میزان نیترات موجود در خاک (تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، آبشویی و تلفات نیترات کاهش و کارایی مصرف و جذب نیتروژن افزایش یافت. در نتیجه این همزمانی مناسب بین سرعت جذب و میزان نیتروژن قابل دسترس، کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن افزایش پیدا کرد. به عبارتی با کاهش مصرف نیتروژن،

افزایش عملکرد در این تیمار به‌ازای میزان نیتروژن تجمع یافته در کل گیاه به‌دست آمد و این امر سبب افزایش کارایی فیزیولوژیک نیتروژن شد. در آزمایشی که به‌منظور مقایسه جذب نیتروژن، کارایی مصرف و تلفات نیتروژن در سیستم کوددهی آلی، تلفیقی و متداول در کلزای پاییزه انجام شد، با افزایش مقدار نیتروژن از ۵۰ به ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کارایی فیزیولوژیک نیتروژن کاهش یافت. پژوهشگران دلیل کاهش کارایی فیزیولوژیک با افزایش مقدار نیتروژن را این‌گونه بیان کردند که در مقادیر بالاتر نیتروژن به‌علت بهبود رشد ریشه، ظرفیت جذب عناصر غذایی بالا می‌رود، ولی در مقابل درصد بیشتری از کل نیتروژن در بقایای ساقه و برگ باقی می‌ماند (۲۶).

کارایی آگروفیزیولوژیک دانه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که سال اول با میانگین ۲۲/۲۴ کیلوگرم بر کیلوگرم نسبت به سال دوم با میانگین ۲۰/۹۰ کیلوگرم بر کیلوگرم از کارایی آگروفیزیولوژیک دانه بیشتری برخوردار بود (جدول ۴). در بین سطوح مختلف نیتروژن، تیمارهای ۱۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین‌های ۲۴/۵۷ و ۱۹/۱۱ کیلوگرم بر کیلوگرم به‌ترتیب بیشترین و کمترین کارایی آگروفیزیولوژیک دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). با افزایش مصرف نیتروژن از ۱۰۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، میزان جذب نیتروژن در اندام‌های گیاهی افزایش یافته و در نتیجه کارایی آگروفیزیولوژیک دانه رو به کاهش می‌گذارد. این مطلب نشان‌دهنده آن است که با مصرف مقدار نیتروژن بیش از حد مطلوب برای گیاه کلزا، افزایش عملکرد دانه به همان نسبت جذب نیتروژن در اندام‌های گیاهی قابل حصول نیست.

عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که بین اثر اصلی سال، روش کشت، خاکورزی و اثر متقابل خاکورزی در

نیتروژن عملکرد کلزا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. احتمالاً تلفات بیشتر نیتروژن در روش بدون خاکورزی شامل: تصعید، آبشویی، عدم توانایی جذب نیتروژن توسط ریشه به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد و مصرف بیشتر نیتروژن توسط علف‌های هرز، سبب شد که نیاز روش بدون خاکورزی به نیتروژن بیشتر از بقیه روش‌های خاکورزی باشد. یافته‌های پژوهشگران دیگر نیز بیانگر آن است که سیستم بدون خاکورزی دارای قابلیت دسترسی کمتری به عناصر غذایی است و نیاز به کود نیتروژن در این سیستم، بیشتر از خاکورزی معمول است (۱۳).

کارایی استفاده از نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال اول با میانگین ۲۴/۲۱ کیلوگرم بر کیلوگرم نسبت به سال دوم با میانگین ۲۲/۴۴ کیلوگرم بر کیلوگرم از کارایی استفاده از نیتروژن بیشتری برخوردار بود (جدول ۴). علت افزایش کارایی استفاده از نیتروژن در سال اول آزمایش را می‌توان به جذب کمتر نیتروژن و به‌عبارت دیگر، کاهش غلظت نیتروژن در بیوماس گیاهی نسبت داد. بین روش‌های کشت، کشت مستقیم با میانگین ۲۳/۶۸ کیلوگرم بر کیلوگرم نسبت به کشت نشایی با میانگین ۲۲/۹۷ کیلوگرم بر کیلوگرم از برتری معنی‌داری برخوردار بود. علت افزایش کارایی استفاده از نیتروژن در کشت مستقیم با وجود کاهش عملکرد آن را می‌توان به تلفات بیشتر و جذب کمتر نیتروژن نسبت داد. علاوه بر این، کاهش بازیافت ظاهری نیتروژن در کشت مستقیم نیز از جمله دلایل افزایش کارایی استفاده از نیتروژن در این روش کشت محسوب می‌شود. بین مقادیر نیتروژن، تیمارهای بدون مصرف نیتروژن و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۵/۳۷ و ۲۴/۹۱ کیلوگرم بر کیلوگرم بیشترین و مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۲۰/۶ کیلوگرم در کیلوگرم کمترین کارایی استفاده از نیتروژن را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۴). کارایی استفاده از نیتروژن نشان‌دهنده توانایی گیاه برای انتقال نیتروژن جذب شده به مقصدهای اقتصادی گیاه (دانه) است.

روش کشت، خاکورزی در نیتروژن و روش کشت در نیتروژن و سال در نیتروژن از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال دوم با میانگین عملکرد دانه ۳۳۴۸/۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با میانگین عملکرد دانه ۳۰۵۷/۳ کیلوگرم در هکتار از برتری معنی‌داری برخوردار بود (جدول ۴). علت بیشتر بودن عملکرد دانه در سال دوم آزمایش را می‌توان به مساعد بودن شرایط آب و هوایی به‌دلیل دمای بیشتر و بارندگی کمتر به‌ویژه در ماه‌های ابتدایی دوره رشد مربوط دانست (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل خاکورزی در روش کاشت نشان داد که ترکیب تیماری خاکورزی متداول در روش کشت نشایی با میانگین ۳۴۵۸/۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بوده و در گروه a قرار گرفت، روش کم خاکورزی نیز در کشت نشایی با عملکرد ۳۳۶۰/۳ کیلوگرم در هکتار در گروه ab قرار داشت (جدول ۷). عملیات خاکورزی با ایجاد تغییر در ساختمان خاک، شکستن لایه‌های خاک و سست کردن آن باعث کاهش مقاومت خاک شده و در نتیجه گیاهچه‌های کلزا در کشت نشایی توانستند به‌دلیل بهبود شرایط فیزیکی خاک و استقرار و توسعه بهتر ریشه که منجر به جذب بهتر عناصر غذایی شد، از عملکرد مناسب‌تری برخوردار باشند. درحالی که ترکیب تیماری بدون خاکورزی در هر دو روش کشت، به‌دلیل فشردگی خاک، کاهش تخلخل، افزایش شاخص مخروطی و وزن مخصوص ظاهری خاک، باعث مقاومت بیشتر خاک نسبت به نفوذ ریشه کلزا شده و در نتیجه طول ریشه و عملکرد در این تیمارها کاهش یافت. نتایج یافته‌های محمدی و همکاران (۲۳) نیز بیانگر افزایش شاخص مخروطی و وزن مخصوص ظاهری خاک و کاهش عملکرد در سیستم بدون خاکورزی است. نتایج اثر متقابل خاکورزی در نیتروژن نشان داد که در تیمارهای خاکورزی متداول و کم خاکورزی بین مقادیر ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و مقایسه میانگین آنها را در یک گروه قرار داد، درحالی که در روش بدون خاکورزی با افزایش سطوح

جدول ۷. مقایسه میانگین اثرات متقابل خاکورزی در شیوه کاشت بر صفات مورد مطالعه کلزا در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۵

خاکورزی	روش کشت	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
بدون خاکورزی	کشت مستقیم	۳۳/۷۸ ^a	۲۹۶۷/۱ ^d
بدون خاکورزی	کشت نشایی	۲۹/۸۸ ^b	۲۹۱۹/۸ ^d
کم خاکورزی	کشت مستقیم	۳۴/۳۵ ^a	۳۲۴۵/۸ ^{bc}
کم خاکورزی	کشت نشایی	۳۶/۵۶ ^a	۳۳۶۰/۳ ^{ab}
خاکورزی متداول	کشت مستقیم	۳۵/۲۳ ^a	۳۲۵۵/۸ ^{bc}
خاکورزی متداول	کشت نشایی	۳۴/۴۷ ^a	۳۴۵۸/۱ ^a

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که افزایش مصرف کود نیتروژن در کلزا، باعث بهبود رشد ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش نیتروژن دانه می‌شود، ولی در مقابل مقدار بیشتری از کل نیتروژن جذب شده در بقایای ساقه و برگ و خورجین می‌ماند و در نتیجه با بزرگ شدن مخرج کسر عملاً شاخص برداشت نیتروژن در مقادیر مصرف بالاتر کاهش می‌یابد (۲۶).

نتیجه‌گیری

اگرچه با افزایش مصرف نیتروژن، مقدار کل نیتروژن جذب شده توسط گیاه افزایش یافت، ولی کارایی انتقال و استفاده از نیتروژن جذب شده برای تشکیل دانه در مقادیر پایین‌تر نیتروژن بیشتر بود، به‌گونه‌ای که ترکیبات تیماری کم خاکورزی و خاکورزی متداول در ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین کارایی زراعی، کارایی مصرف، بازیافت ظاهری و کارایی فیزیولوژیک نیتروژن را دارا بودند و به‌طور مشترک در یک گروه قرار داشتند. با توجه به نبود تفاوت معنی‌دار بین ترکیبات تیماری کم خاکورزی و خاکورزی متداول در ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از نظر عملکرد دانه و صفات مربوط به کارایی‌های نیتروژن، ترکیب تیماری کم خاکورزی در ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دلیل

بهره‌وری ضعیف نیتروژن در بافت‌های گیاهی کلزا باعث کاهش کارایی جذب نیتروژن از خاک و در نتیجه کاهش کارایی استفاده از نیتروژن در مقادیر بالاتر نیتروژن شد. آزمایش انجام شده در خصوص بررسی اثر تنش آب و مقادیر نیتروژن (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر عملکرد، جذب نیتروژن و کارایی مصرف آب و نیتروژن در دو رقم کلزا نشان داد که با افزایش نیتروژن، مقدار کل نیتروژن جذب شده در بوته افزایش یافت، ولی در مقادیر کمتر نیتروژن، کارایی انتقال و استفاده از نیتروژن جذب شده برای تشکیل دانه بیشتر بود (۴).

شاخص برداشت نیتروژن

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که سال دوم با میانگین ۷۳/۶۴ درصد نسبت به سال اول با میانگین ۷۲/۰۶ درصد از شاخص برداشت نیتروژن بیشتری برخوردار بود. بین روش‌های کشت نیز، کشت مستقیم با میانگین ۷۳/۴۵ نسبت به روش کاشت نشایی با میانگین ۷۲/۲۵ از برتری معنی‌داری برخوردار بود. بین مقادیر نیتروژن، تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین و تیمارهای صفر و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور مشترک کمترین شاخص برداشت نیتروژن را دارا بوده و در یک گروه قرار داشتند (جدول ۴). علت کاهش شاخص برداشت نیتروژن در مقادیر ۳۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن نسبت به تیمار

مورد استفاده قرار گیرند.

سیاسگزاری

نویسندگان مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و مؤسسه تحقیقات برنج کشور بابت تقبل هزینه و حمایت‌های مالی از اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌کنند.

کاهش هزینه‌های تولید و مصرف انرژی، افزایش کارایی مصرف نیتروژن و رعایت مسائل زیست‌محیطی برای کشت کلزا در اراضی شالیزاری قابل پیشنهاد است. همچنین، از دیدگاه افزایش تولید روغن و افزایش ضریب خوداتکایی در تأمین روغن مصرفی کشور، ترکیب تیماری کم‌خاکورزی با مقدار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در هر دو روش کشت، به دلیل عملکرد دانه و روغن بالا و کاهش نسبی مصرف سوخت و انرژی برای کشت کلزا در منطقه گیلان می‌توانند

منابع مورد استفاده

1. Adriana, M., L. Chamorro, N. Tamagno, R. Bezus and J. Santiago. 2002. Nitrogen accumulation, partition and nitrogen use efficiency in canola under different nitrogen availabilities. *Soil Science Plant Analysis* 33(3 and 4): 493-504.
2. Alizadeh, M. R. and A. Allameh. 2015. Soil properties and crop yield under different tillage methods rapeseed Cultivation in paddy fields. *Journal of Agricultural Sciences* 60(1): 11-22.
3. Barbieri, P. A., E. H. Echeverría, H. R. S. Rozas and F. H. Andrade. 2008. Nitrogen use efficiency in maize as affected by nitrogen availability and row spacing. *Agronomy Journal* 100(4): 1094-1100.
4. Daneshmand, A. R., A. H. Shirani Rad, G. Nour Mohammadi, G. H. Zareei and J. Daneshian. 2008. Effect of water deficit and different nitrogen rates on yield, yield components and physiological traits of two rapeseed (*Brassica napus L.*) cultivars. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources* 15(2): 99-112. (In Farsi).
5. Daneshvar, M. Z., S. Tahmasebi Sarvestani, A. M. Modares Sanavy and A. H. Shirani Rad. 2008. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on agronomical and physiological traits of two canola (*Brassica napus L.*) cultivars. *Journal of Agricultural Science Natural Resource* 15(4): 31-40. (In Farsi).
6. Dehghani, M., M. Jafar Aghaee and S. MohammadiKia. 2015. Effect of cotton transplanting on its yield and water use efficiency. *Journal of Water Research in Agriculture* 28(2): 307-314. (in Farsi).
7. ehyaii, A. and M. Behbahanizadeh. 1993. Description of soil chemical analysis methods. *Soil and Water Research Institute, Technical Publication* 893: 40-48. (In Farsi).
8. Fan, X., F. Lin and D. Kumar. 2004. Fertilization with a new type of coated urea evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. *Journal of Plant Nutrition* 27(5): 853-865.
9. Fanadzo, M., S. Chiduzza and P. N. Mnkeni. 2009. Comparative response of direct seeded and transplanted maize (*Zea mays L.*) to nitrogen fertilization at Zanyokwe irrigation scheme, eastern cape, south africa. *African Journal of Agricultural Resources Resourch* 4(8): 689-694.
10. FAO. Food and Agriculture Organization. www.fao.org; 2019.
11. Gan, Y., S. S. Malhi, S. Brandt, F. Katepa-Mupondwa and C. Stevenson. 2008. Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of canola under diverse environments. *Agronomy Journal* 100(2): 285-295.
12. Hasanzadeh Ghortapeh, A. and A. Ghalavand. 2005. Assessment of the effects of different fertilization system on grain yield and nitrogen efficiency in some sunflower cultivars in western Azarbyjan. *Iranian Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 12: 20-27. (In Farsi).
13. Hernan, S. R., E. E. Hernan, A. S. Guillermo and D. German. 2000. Evaluation of the presidedress soil nitrogen test for no-tillage maize fertilizer at planting. *Agronomy Journal* 92(6): 1176-1183.
14. Hosseinzadeh, M. H., M. Esfahani, M. Rabiee and B. Rabiei. 2008. Effect of row spacing on light interception, grain yield and growth indices of rapeseed (*Brassica napus L.*) cultivars as second crop following rice. *Iranian Journal of Crop Sciences* 10(3): 281-302. (In Farsi).
15. Imaz, M. J., I. Virto, P. Bescansa, A. Enrique, O. Fernandez and D. L. Karlen. 2010. Soil quality indicator, response to tillage and residue management on semi-arid Mediterranean cropland. *Soil and Tillage Research* 107: 17-25.
16. Jafarnejad, A. and A. R. Rahnama. 2011. Investigation the effect of delay in sowing on yield of canola and nitrogen application efficiency. *Journal of Water and Soil Science* 25(3): 225-233. (In Farsi).
17. Kahlon, M. S., R. Lal and M. Ann-Varghese. 2013. Twenty two years of tillage and mulching impacts on soil

- physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio. *Soil and Tillage Research* 126: 151-158.
18. Liu, Y., Y. Tao, K. Y. Wan, G. S. Zhang, D. B. Liu, G. Y. Xiong and F. Chen. 2012. Run off and nutrient losses in citrus orchards on sloping land subjected to different surface mulching practices in the Danjiangkou reservoir area of china. *Agricultural Water Management* 110: 34-40.
 19. Majidian, M., T. Shoja and M. Rabiee. 2016. Effects of S, B, Zn, and their interaction on quantitative and qualitative yields of rapeseed as second crop in the paddy field. *Journal of Plant Productions* 28(2): 35-50. (In Farsi).
 20. Malakouti, M. J. and M. Baba Akbari. 2005. Need to increase efficiency N fertilizers in the country. *Soil and Water Research Institute, Sena Publications. Tehran, Iran, Technical publication No. 425.* (In Farsi).
 21. Melero, S., R. P. Lo'pez-Bellido, L. Lo'pez-Bellido, V. Mun'oz-Romero, F. Moreno and J. M. Murillo. 2011. Long-term effect of tillage, rotation and nitrogen fertiliser on soil quality in a Mediterranean vertisol. *Soil and Tillage Research* 114(2): 97-107.
 22. Moeini Rad, A., F. Yeganehpoor and H. Pirdashti. 2015. Effects of different tillage methods on yield and yield components of N-80-9 wheat cultivar. *Agroecology Journal* 10(4): 57-66. (In Farsi).
 23. Mohammadi, K. H., K. Nabi Allahi, M. Aghaalikhani and F. Khoormali. 2009. Study on the effect of different tillage methods on the soil physical properties, yield and yield components of rain-fed wheat. *Journal of Plant Production* 16(4): 77-91. (In Farsi).
 24. Mousavian, S. N., S. A. Siadat, M. R. Moradi Telavat and S. H. Mousavi. 2013. Yields reaction, nitrogen uptake and canola qualitative attributes to nitrogen levels and previous plants. *International Journal of Farming and Allied Sciences* 2(18): 698-703.
 25. Rahnema, A. and A. Bakhshande. 2004. Effect of sowing dates and direct seeding and transplanting methods on agronomic characteristics, and grain yield of canola under Ahvaz conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences* 7(4): 324-336. (In Farsi).
 26. Sabahi, H. and A. Ghalavand. 2005. Comparison on uptake, utilization and losses of nitrogen in organic, integrated and conventional fertilization methods in winter rapeseed (*Brassica napus L.*). *Environmental Sciences* 2(2): 15-28. (In Farsi).
 27. Seed and Plant Improvement Institute. 2016. Rapeseed production guidelines in different climates of the country. Agriculture Research and Education and Extention Organization. Jihad-e-Agriculture Ministry. (In Farsi).
 28. Sidlauskas, G. and P. Tarakanovas. 2004. Factors affecting nitrogen concentration in spring oilseed rape (*Brassica napus L.*). *Plant, Soil and Environment* 50(5): 227-234.
 29. Tan, D. S., L. H. Jiang, S. Y. Tan, F. L. Zheng, Y. Xu, R. Z. Cui, M. Wang, J. Shi, G. S. Li and Z. H. Liu. 2013. An in situ study of inorganic nitrogen flow under different fertilization treatments on a wheat-maize rotation system surrounding Nansi Lake, China. *Agricultural Water Management* 123: 45-54.
 30. Yousefi, M., J. Daneshian, A. M. Shirani Rad, S. A. Valadabadi and S. Sayfzadeh. 2018. Yield and nitrogen use efficiency of rapeseed (*Brassica napus L.*) influenced by nitrogen rates and irrigation regimes. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 28(3): 29-41. (In Farsi).

Effects of Nitrogen Fertilizer Levels, Planting and Tillage Methods on Nitrogen Use Efficiency and Grain Yield of Rapeseed (*Brassica napus* L.) as Second Crop in Rotation After Rice

M. Rabiee¹, M. Majidian^{2*}, M. Kavosi³ and M. R. Alizadeh³

(Received: April 26-2020; Accepted: March 14-2021)

Abstract

In order to investigate the effects of tillage, planting method and the levels of nitrogen fertilizer on the grain yield and nitrogen use efficiency in planting Rapeseed (*Brassica napus* L.), a split factorial experiment in complete randomized block design was conducted with three replications at Research Fields of Rice Research Institute of Iran in Rasht during two cropping seasons of 2016-2018. In the experiment, three tillage methods including the conventional tillage, minimum tillage and no tillage were considered as the main plots and two planting methods of direct planting and transplanting as well as the four amounts of nitrogen fertilizer of 0, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ N from urea source as factorial in sub plots. The interaction between the tillage and nitrogen amount indicated that the treatment combination of minimum tillage at 200 kg ha⁻¹ of nitrogen with the average of 4144.3 kg ha⁻¹ had the highest grain yield. Treatment of 100 kg ha⁻¹ of nitrogen had the highest nitrogen agronomic efficiency (17.68 kg ha⁻¹), nitrogen use efficiency (32.40 kg ha⁻¹), nitrogen apparent recovery (71.85 kg ha⁻¹), nitrogen harvest index (75.48 percent) and nitrogen physiological efficiency (47.98 kg kg⁻¹). Increasing the nitrogen consumption decreased all the traits related to the nitrogen efficiency and these traits were in their minimum values in the treatment of 300 kg ha⁻¹ of nitrogen. The interaction between the tillage and nitrogen showed that the treatment of minimum tillage at 200 kg ha⁻¹ of nitrogen with an average of 4144 kg ha⁻¹ had the highest grain yield. In conclusion, the treatment of minimum tillage at 200 kg ha⁻¹ of nitrogen due to the high seed and oil yields and treatment of minimum tillage at 100 kg ha⁻¹ of nitrogen because of the high nitrogen consumption efficiency, energy saving and observance of the environmental issues are suitable for planting canola in paddy fields of Guilan province.

Keywords: Nitrogen agronomic efficiency, Physiological efficiency, Second crop, Minimum tillage, Transplanting

1, 2. PhD Candidate and Associate Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

3. Associate Professors, Rice Researcher Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization, Rasht, Iran.

*: Corresponding Author, Email: ma_majidian@guilan.ac.ir