



## ارزیابی اثرات مدیریت کود نیتروژن در مرحله گلدهی بر عملکرد کلزا در شرایط گرگان

علیرضا بهدادیان\*<sup>۱</sup>، افشین سلطانی<sup>۲</sup>، ابراهیم زینلی<sup>۳</sup>، حسین عجم نوری<sup>۴</sup>، حسن معصومی<sup>۵</sup>

۱. کارشناس ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان - ایران و کارشناس ارشد گروه زراعت مهندسان مشاور جامع ایران
۲. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان - ایران
۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان - ایران
۴. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان - ایران
۵. دکترای زراعت گروه زراعت مهندسان مشاور جامع ایران، تهران - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۲/۳۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۱/۶/۶

### چکیده

به منظور ارزیابی تأثیرات مدیریت کود نیتروژن در مرحله جوانه زرد به عنوان یکی از مراحل مهم گلدهی بر عملکرد دانه کلزا با بهره‌گیری از شاخص تغذیه نیتروژن (نسبت غلظت نیتروژن در گیاه به حالت مطلوب آن)، آزمایشی به صورت آشیانه‌ای و در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۱۵ مزرعه منتخب شهرستان گرگان که در سه سطح مدیریت خوب، متوسط و ضعیف طبقه‌بندی شده بودند، در سال زراعی ۸۹ - ۱۳۸۸ انجام شد. در طول این مطالعه، با هدف کمی‌سازی مدیریت زراعی، پرسشنامه‌هایی نیز با کمک کشاورزان تکمیل شد. براساس نتایج به دست آمده، سطوح مدیریت مورد بررسی از نظر شاخص تغذیه نیتروژن دارای تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) بودند. در این آزمایش با آنکه مقادیر شاخص تغذیه نیتروژن در مزارع با سطح مدیریت خوب بالاتر از دیگر سطوح مدیریت بود، در طول فصل رشد و در هر سه سطح مدیریت، میزان این شاخص کمتر از یک اندازه‌گیری شد، که نشان‌دهنده محدودیت در رشد و عملکرد گیاه به دلیل کمبود نیتروژن است. بین شاخص تغذیه نیتروژن در مرحله جوانه زرد با عملکرد دانه نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) وجود داشت که اهمیت دسترسی به منابع نیتروژن در مرحله جوانه زرد را تأیید می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** شاخص تغذیه نیتروژن، عملکرد دانه، کلزا، مدیریت کودی، نیتروژن بحرانی.

علیرضا بهدادیان، افشین سلطانی، ابراهیم زینلی، حسین عجم‌نوروزی، حسن معصومی

## ۱. مقدمه

پایدار منجر می‌شوند، اهمیت به‌سزایی دارند. از زاویه دیگر، پس از تصویب و اجرایی شدن قانون هدفمندسازی یارانه‌ها، بهره‌گیری از راه‌کارهایی که متضمن کاهش هزینه‌های تولید، همراه با حصول حداکثری تولید باشد، مد نظر متخصصان در بخش‌های مختلف تولیدی قرار گرفته است. بنابراین، اصلاح روش‌های فعلی در توزیع کود (زمان و کیفیت توزیع) می‌تواند بر کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و هزینه‌های تولید مؤثر واقع شود.

استان گلستان براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی حدود یک چهارم کلزای کشور را به‌تنهایی تولید می‌کند [۱]. بنابراین، اصلاح مدیریت کودی در نتیجه تأثیر مثبت بر عملکرد کلزا در این استان، در افزایش تولیدات کشور سهم به‌سزایی خواهد داشت. با توجه به گستردگی و اهمیت کشت کلزا در استان گلستان، این پژوهش با اهداف بررسی وضعیت تغذیه نیتروژنی و تعیین نقش مدیریت زراعی به‌عنوان عاملی برای توزیع بهینه کودهای نیتروژنی در شرایط عمومی شهرستان گرگان انجام شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۱.۲. مشخصات محل آزمایش

برای انجام این تحقیق، آزمایشی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در محدوده مزارع کلزای شهرستان گرگان اجرا شد. بدین منظور ۱۵ مزرعه در سه سطح مدیریت، شامل خوب، متوسط و ضعیف از بین مزارع شهرستان انتخاب شد. با هدف گروه‌بندی مزارع در سطوح مدیریتی ذکرشده، علاوه بر بررسی سابقه عملکردی مزارع (عملکردهای به‌دست‌آمده در کشت‌های سال‌های گذشته)، از راهنمایی‌های ناظران کلزا با توجه به شناخت ایشان از کشاورزان استفاده شد.

دستیابی به پتانسیل تولید در هر منطقه به شرطی امکان‌پذیر است که تنها عامل محدودیت در تولید، میزان تشعشع دریافتی باشد. گیاه کلزا، مدیریت‌پذیر است و پاسخ‌های مناسبی به مدیریت بهینه زراعی نشان می‌دهد. بنابراین، سعی در شناخت محدودیت‌ها و مدیریت مناسب آن‌ها به نزدیک‌تر شدن مقادیر تولید فعلی به پتانسیل هر منطقه کمک خواهد کرد.

نیتروژن عنصر پراهمیت محدودکننده‌ای، بعد از کمبود آب برای تولید در طبیعت است [۱۶]. به منظور جبران کمبود این عنصر، استفاده از کود می‌تواند مفید باشد. راهکارهای گوناگونی به منظور تأمین نیتروژن مورد نیاز از قبیل توزیع تمامی کود در ابتدای فصل یا توزیع قسمت به قسمت کود پیشنهاد شده است، اما نمی‌تواند دقیقاً در زمانی که گیاه بیشترین نیاز به نیتروژن را دارد، آن را تأمین کند [۱۹]. به جای کاربرد مقادیر زیاد نیتروژن بهتر است که نیازمندی‌های گیاه به نیتروژن همواره تحت پایش قرار گیرد [۱۶]. فقط توزیع نیتروژن در زمان مناسب برای رفع کمبود کفایت نمی‌کند، بلکه کیفیت توزیع کود نیز عاملی تعیین‌کننده برای جذب مطلوب آن است. کارایی مصرف نیتروژن به رطوبت خاک بستگی دارد [۶] و بین کود نیتروژن و آبیاری در کلزا اثر متقابل وجود دارد [۱۷]. بنابراین، کشت دیم کلزا با توجه به تغییرات آب و هوایی و در سال‌هایی با بارندگی‌های نامطمئن می‌تواند با محدودیت‌های شدیدی مواجه شود.

جذب‌نشدن نیتروژن توزیع‌شده، علاوه بر تأثیرات زیست‌محیطی، موجب تحمیل هزینه‌های اضافی در فرآیند تولید محصولات کشاورزی می‌شود. در سند چشم‌انداز توسعه کشور در بخش کشاورزی، دستیابی به روش‌هایی که به استفاده بهینه از دارایی‌ها، در راه رسیدن به تولید

ارزیابی اثرات مدیریت کود نیتروژن در مرحله گلدهی بر عملکرد کلزا در شرایط گرگان

## ۲.۲. روش نمونه‌گیری

به منظور نمونه‌برداری از مزارع، سه تکرار (از هر تکرار ۲۰ بوته) به‌طور تصادفی از هر مزرعه انتخاب شد. با قراردادن کوادرات یک در یک متر بررسی‌های لازم (تراکم و ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، وزن خشک و...) انجام شد. با هدف تعیین درصد نیتروژن کل (واقعی<sup>۱</sup>)، در مرحله ظهور جوانه زرد<sup>۲</sup> [۱۲] سه نمونه به‌دست‌آمده از هر مزرعه شامل مجموع برگ و ساقه با یکدیگر به‌خوبی مخلوط و با کمک هاون آسیاب شدند. نمونه‌ها در ظروف نفوذناپذیر نسبت به رطوبت به آزمایشگاه ارسال و درصد نیتروژن کل نمونه‌ها با روش کج‌لدال<sup>۳</sup> محاسبه شد. سپس، درصد نیتروژن بحرانی که عبارت است از حداقل غلظتی از نیتروژن که برای دستیابی به حداکثر سرعت رشد لازم است [۲۲]، با استفاده از معادله توانی شماره ۱ [۱۳] کمی شد:

$$N_c = 4/48 W^{-0.25} \quad 1.$$

که در آن  $W$  مجموع زیست‌توده هوایی بر حسب تن در هکتار،  $N_c$  درصد نیتروژن در اندام هوایی بر حسب درصد از ماده خشک هوایی است،  $a$  و  $b$  نیز ضرایب ثابت معادله هستند. شاخص تغذیه نیتروژنی<sup>۴</sup> که در واقع، اختلاف بین درصد واقعی نیتروژن در گیاه و درصد بحرانی نیتروژن متناظر در زیست‌توده هوایی مشابه است، با معادله شماره ۲ محاسبه شد [۱۵].

$$N.N.I = \frac{Na}{N_c} \quad 2.$$

$Na$  مجموع درصد نیتروژن کل (واقعی) گیاه و  $N_c$  درصد نیتروژن بحرانی برای زیست‌توده هوایی مشابه است. منحنی مشخص‌شده به کمک معادله فوق سه موقعیت

مختلف نیتروژن را دسته‌بندی می‌کند. در زیر منحنی، رشد با نیتروژن محدود می‌شود، در بالای منحنی رشد با نیتروژن محدود نشده است و روی منحنی غلظت نیتروژن در حد مطلوب است [۱۳]. تمامی مراحل یادشده برای دو تکرار دیگر در هر مزرعه انجام شد. با میانگین‌گیری از اعداد به‌دست‌آمده از هر تکرار، مقادیر صفات یادشده برای هر مزرعه تعیین شد.

## ۳.۲. ارزیابی شاخص‌های اقلیمی در فصل زراعی

در جدول ۱ میانگین شاخص‌های اقلیمی منطقه مورد بررسی در طول دوره آزمایش درج شده است. متوسط درجه حرارت‌های حداکثر، حداقل و میانگین در سال زراعی این تحقیق به ترتیب ۲۸/۹، ۴/۱ و ۱۴/۸ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. مقایسه تغییرات درجه حرارت هوا در سال مطالعه با میانگین درازمدت، گرم‌تر بودن سال زراعی مطالعه را نسبت به میانگین درازمدت منطقه نشان داد (حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد). از طرف دیگر در سال آزمایش حداقل دمای هوا نیز کمتر از روند درازمدت پارامتر یادشده بود (حدود ۵ درجه سانتی‌گراد). میانگین مقدار بارندگی در محدوده مورد مطالعه ۸/۴ میلی‌متر بود. مقادیر بارندگی سال زراعی مطالعه در حدود ۸ میلی‌متر از متوسط درازمدت منطقه کمتر بود. افت شدید بارندگی در فروردین‌ماه از جمله تفاوت‌های بارز در این شاخص بین سال مطالعه و میانگین درازمدت محدوده بود. در مجموع می‌توان گفت که سال مطالعه نسبت به میانگین درازمدت منطقه، سالی گرم‌تر و خشک‌تر بود.

1. Actual
2. Yellow budding stage (Cod 3.7)
3. Kjeldahl
4. N Nutrition Index (NNI)

جدول ۱. میانگین شاخص‌های جوی در طول فصل زراعی ۸۹-۱۳۸۸ و میانگین درازمدت\* آن‌ها

تجزیر	ساعت آفتابی	میانگین رطوبت نسبی (درصد)	تعداد روزهای همراه با بارندگی	میزان بارندگی (میلی‌متر)	میانگین		دمای هوا		حداکثر					
					دراز مدت	سال مطالعه	(درجه سانتی‌گراد)	حداقل						
سال مطالعه	دراز مدت	سال مطالعه	دراز مدت	سال مطالعه	دراز مدت	سال مطالعه	دراز مدت	سال مطالعه	دراز مدت	سال مطالعه				
۷۰/۶	۱۵۱	۱۹۵	۷۳	۶۶	۸	۷	۶۸/۵	۷۰/۵	۱۳/۹	۱۷/۰	۸/۹	۷/۰	۱۸/۸	۳۱/۴
۲۶/۸	۱۳۳	۱۲۴	۷۴	۷۶	۹	۹	۷۵/۵	۷۳	۹/۶	۱۰/۰	۵/۳	۰/۶	۱۴/۳	۲۱/۰
۲۹/۹	۱۳۵	۱۲۶	۷۳	۷۷	۱۰	۹	۵۵	۲۳	۷/۸	۱۱/۱	۳/۴	۰/۴	۱۳/۴	۲۵/۰
۲۶/۴	۱۲۸	۸۲	۷۳	۸۰	۱۰	۱۲	۵۵/۸	۸۱	۸/۴	۸/۶	۳/۸	-۰/۸	۱۳/۱	۲۴/۰
۳۱/۳	۱۳۲	۸۷	۷۴	۸۲	۱۴	۱۳	۷۹/۴	۸۰/۱	۱۰/۸	۱۱/۵	۶/۱	۲/۸	۱۵/۳	۲۸/۰
۳۳/۵	۱۶۵	۱۴۱	۷۲	۷۶	۱۱	۹	۵۲/۸	۱۸/۸	۱۶/۱	۱۳/۷	۱۰/۷	۲/۰	۲۷/۳	۲۵/۸
۱۰۴/۶	۲۰۸	۱۴۶	۶۷	۷۵	۹	۱۴	۴۴/۱	۴۱/۴	۲۱/۴	۱۹/۱	۱۵/۵	۷/۰	۲۶/۹	۳۶/۰
۲۵۲/۸	۲۲۰	۳۰۵	۶۴	۵۲	۷	۰	۳۳/۴	۰	۲۵/۶	۲۷/۵	۱۹/۹	۱۴/۰	۳۰/۹	۳۹/۳
۷۵/۷	۱۲۷۳	۱۲۰۷	۷۱	۷۳	۷۷	۷۳	۵۵/۸	۴۸/۳۵	۱۴/۳	۱۴/۸	۹/۳	۴/۱	۱۹/۱	۲۸/۹

میانگین فصل رشد

ایستگاه سینوپتیک هانم آباد گرگان (هواشناسی کشاورزی).  
\* ۲۰ ساله.  
\*\* بدون آمار.

## ۴.۲. مدیریت کود نیتروژن

کود پایه در مزارع با سطح مدیریت خوب، شامل کودهای اوره، فسفات (سوپر فسفات تریپل) و پتاس (سولفات پتاسیم) بود که به ترتیب و به طور میانگین ۱۰۰، ۱۱۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار و با استفاده از کودپاش سانتریفیوژ توزیع شد. کودها به کمک دیسک با خاک مخلوط شدند. کودهای پایه استفاده شده در مزارع با سطح مدیریت متوسط، مشابه سطح مدیریت خوب، شامل اوره، فسفات (سوپر فسفات تریپل) و پتاس (سولفات پتاسیم) بود که به طور متوسط به ترتیب ۸۰، ۷۵ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. توزیع کود پایه در مزارع با سطح مدیریت ضعیف نیز بلافاصله بعد از انجام دیسک مزرعه با کمک کودپاش سانتریفیوژ انجام شد. متوسط میزان مصرف کودهای یادشده در مزارع با سطح مدیریتی ضعیف به ترتیب ۹۰، ۱۱۵ و ۳۵ کیلوگرم در هکتار بود. اوره، عمده ترین کود سرک مورد استفاده کشاورزان در سطح مدیریت خوب بود. توزیع کود یادشده در مزارع این سطح مدیریت، هم زمان با اوایل ساقه دهی تا اواخر دوره گل دهی ادامه یافت. به طور متوسط در گروه مدیریت خوب، کود سرک در ۳ نوبت و در هر نوبت حدود ۸۵ کیلوگرم در هکتار به صورت دستپاش توزیع شد. مشابه مزارع با سطح مدیریت خوب، بهره برداران مزارع در سطح مدیریت متوسط نیز از کود اوره به عنوان کود سرک اصلی مزارع خود استفاده کردند. این کود به طور متوسط در سه نوبت (منطبق بر مراحل نموی روزت تا اواسط مرحله گل دهی) و به میزان تقریبی ۷۷ کیلوگرم در هکتار در مزارع این گروه توزیع شد. بازه زمانی آغاز توزیع کود سرک (اوره) در مزارع با سطح مدیریت ضعیف بین مراحل نموی ساقه رفتن تا اوایل دوره گل دهی در نوسان بود. توزیع کود سرک در تمامی مزارع مورد بررسی در این سطح مدیریت به صورت دستپاش بود. متوسط مصرف کود اوره در هر

نوبت نیز در حدود ۸۶ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین، براساس بررسی های میدانی فقط مزارع در سطح مدیریت خوب در اواسط فروردین ماه هم زمان با اوایل مرحله گل دهی (جوانه زرد) تا اوایل مرحله پرشدن خورجین ها، به روش غرقابی آبیاری شدند.

## ۵.۲. محاسبات و تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده مطابق مدل آزمایش های آشیانه ای<sup>۱</sup> و در قالب طرح کاملاً تصادفی<sup>۲</sup> انجام شد. برای تجزیه واریانس داده ها نیز از نرم افزار تجزیه و تحلیل آماری<sup>۳</sup> استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی دار<sup>۴</sup> در سطح ۵ درصد انجام شد. همچنین، برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار صفحه گستره<sup>۵</sup> استفاده شد.

## ۳. نتایج و بحث

### ۱.۳. ماده خشک

براساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده ها که در جدول ۲ پیشنهاد شده است، بین سطوح مدیریت از نظر مقدار ماده خشک در مرحله جوانه زرد اختلاف معنی دار ( $P < 0.01$ ) وجود داشت. آزمون مقایسه میانگین اختلاف معنی دار ( $P < 0.05$ ) بین سطح مدیریت خوب با سایر سطوح مدیریت را از نظر میانگین ماده خشک در این مرحله نشان داد (جدول ۳). بررسی دقیق تر نتایج به دست آمده نشان داد که، بهره برداران مزارع در گروه مدیریت ضعیف به رغم آنکه مقادیر تقریباً مشابه ای کود نیتروژنی نسبت به بهره برداران در سطح مدیریت خوب

1. Nested
2. Complete Randomized Design (CRD)
3. SAS ver 9.0
4. LSD (Least Significant Difference)
5. Excel

باشد. عدم مبارزه مناسب با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های گیاهی در مزارع با سطح مدیریت ضعیف و متوسط براساس بررسی‌های میدانی به عمل آمده مشهود بود. برای دستیابی به عملکرد بالقوه در کلزا، مدیریت بهینه عوامل تولید اهمیت دارد و یکی از عوامل مهم مدیریت زراعی، کنترل علف‌های هرز در سطح مزارع کلزا است [۴]. علاوه بر مبارزه نکردن با علف‌های هرز، کیفیت نامناسب سموم مصرفی براساس بررسی‌های میدانی به عمل آمده، در عدم مبارزه مناسب با علف‌های هرز مؤثر بود. دیگر محققان نیز به این یافته اشاره کرده بودند [۱۱]. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که غلبه علف‌های هرز در این مزارع احتمالاً سبب کاهش تجمع ماده خشک در بوته‌های کلزا در این دو سطح مدیریت شد. علاوه بر تراکم و رقابت علف‌های هرز (خسارت ناشی از آفات و بیماری‌ها) که احتمالاً بر ماده خشک تولیدشده اثرگذار بودند، تفاوت در ارقام مورد استفاده در سطوح مدیریت خوب و متوسط با سطح مدیریت ضعیف نیز احتمالاً بر مقادیر تولید ماده خشک در هر مزرعه مؤثر بوده است. براساس بررسی‌های میدانی، در این پژوهش، کلزاکاران در سطح مدیریت خوب و متوسط از هیبرید هایولا ۴۲۰ و بهره‌برداران در سطح مدیریت ضعیف از هیبرید هایولا ۴۰۱ استفاده کردند. این نتایج با این یافته‌ها که بیان کرده‌اند رقم هایولا ۴۲۰ از نظر بسیاری از صفات مهم و مرتبط با عملکرد، دارای ارزش‌های فنوتیپی بالایی نسبت به سایر ارقام (هایولا ۴۰۱) است، یکسان است [۳]. ضرایب همبستگی بین ماده خشک، درصد واقعی نیتروژن، شاخص تغذیه نیتروژن در مرحله جوانه زرد و عملکرد دانه که در جدول شماره ۴ آمده است. براساس یافته‌ها، بین ماده خشک در این مرحله و عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) و مثبت وجود داشت. وجود همبستگی بالا بین عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه در کلزا مشاهده شده

استفاده کردند (به ترتیب ۳۴۵ و ۳۵۵ کیلوگرم در هکتار در مزارع با سطح مدیریت ضعیف و خوب، در مقابل مزارع با سطح مدیریت متوسط با ۳۱۱ کیلوگرم در هکتار)، اما با این حال مقادیر ماده خشک تولیدشده در مزارع با سطح مدیریت ضعیف در مرحله جوانه زرد، کمتر از دو سطح مدیریت دیگر بود. از طرف دیگر با توجه به کمبود نیتروژن در هر سه سطح مدیریت و در طول فصل کشت از جمله در مرحله جوانه زرد (کمتر بودن مقادیر شاخص تغذیه نیتروژن از مقدار ۱)، می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً نیتروژن تنها عامل محدودکننده تولید ماده خشک مزارع مورد بررسی نبود. بنابراین، احتمالاً تفاوت‌های موجود در دیگر عوامل مدیریتی سطوح مدیریت مورد ارزیابی همانند تفاوت‌های موجود در تراکم بوته، نحوه مبارزه با علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها و ژنوتیپ (رقم) مورد استفاده در سطوح مختلف مدیریت سطوح مدیریت، نیز مؤثر بودند. به عبارت دیگر به منظور دستیابی به سطح پتانسیل تولید در منطقه، بررسی عوامل یادشده نیز اهمیت بسیار زیادی دارند. مزارع با سطح مدیریت خوب تراکم بوته بالاتری نسبت به دیگر سطوح مدیریتی داشتند که احتمالاً همین امر تأثیر به‌سزایی بر مقادیر عملکرد ماده خشک تولیدشده در این سطح مدیریت داشت. وجود همبستگی معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) و مثبت بین تراکم بوته و ماده خشک در تمامی مراحل نموی مورد بررسی (اطلاعات منتشر نشده) نیز تأییدکننده همین امر است. براساس یافته‌های پیشین، تراکم بالا [۱۲] و خاک‌ورزی مناسب [۷] سبب افزایش ارتفاع بوته می‌شود. نتایج حاصل از این پژوهش نیز با این یافته‌ها مشابه بود. در واقع با افزایش تراکم گیاهی و خاک‌ورزی مناسب (در مزارع با سطح مدیریت خوب)، بیشترین مقادیر ارتفاع بوته در سطح مدیریت مشاهده شد (اطلاعات منتشر نشده). افزایش ارتفاع بوته می‌تواند تأثیر مثبتی بر وزن خشک گیاه داشته

این نتایج مطابق یافته‌های دیگر پژوهشگران است [۱۳، ۱۸، ۱۵]. در مزارع با سطح مدیریت خوب در حدود ۶۷ درصد از نیتروژن جذب شده، به بخش دانه اختصاص یافت، حال آنکه، این درصد در مزارع با سطح مدیریت متوسط و ضعیف به ترتیب در حدود ۶۳ و ۵۵ درصد بود که این امر نشان‌دهنده این نکته است که بوته‌ها در مزارع با سطح مدیریت خوب درصد بالاتری از نیتروژن جذب شده را به تولید دانه اختصاص دادند. با توجه به مقادیر تقریباً مشابه کاربرد کودهای نیتروژنی در سطوح مدیریت مورد ارزیابی، می‌توان دلایل این اختلاف را احتمالاً تفاوت در ارقام [۱۴] و آبیاری نکردن در مرحله جوانه زرد و اوایل پرشدن خورجین در مزارع با سطوح مدیریت متوسط و ضعیف (عدم دسترسی به منابع جدید نیتروژن) دانست. در این پژوهش بهره‌برداران در سطح مدیریت خوب اقدام به یک نوبت آبیاری در مرحله یادشده، اواسط الی اواخر فروردین ماه هم‌زمان با افت شدید مقادیر بارندگی و افزایش درجه حرارت هوا، کردند؛ حال آنکه، کشاورزان در دیگر سطوح مدیریت، کشت را به صورت دیم ادامه دادند. کارایی مصرف نیتروژن به رطوبت خاک بستگی دارد [۶]. افزایش دفعات آبیاری، میزان نیتروژن در گندم<sup>۱</sup> را به‌طور معنی داری افزایش می‌دهد [۲۱]. از طرف دیگر با کاهش ذخیره نیتروژن در بافت‌های گیاهی ممکن است کارایی انتقال مجدد [۲۰] و کارایی جذب نیتروژن [۶] با کاهش مواجه شود. ضرایب همبستگی درصد واقعی نیتروژن، ماده خشک، عملکرد دانه و شاخص تغذیه نیتروژن در جدول ۴ درج شده است. درصد واقعی نیتروژن در مرحله جوانه زرد همبستگی معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) و مثبت با شاخص تغذیه نیتروژن داشت. وجود این همبستگی نشان‌دهنده این نکته است که با افزایش محتوی نیتروژن گیاه شاهد افزایش

است [۱۰]. از طرف دیگر بین شاخص تغذیه نیتروژن در مرحله جوانه زرد با مقادیر ماده خشک در مرحله ساقه‌دهی ( $P < 0.05$ ) (اطلاعات منتشر نشده) و نیز مرحله جوانه زرد ( $P < 0.01$ ) همبستگی معنی‌دار و مثبت مشاهده شد. این همبستگی‌ها نشان‌دهنده اهمیت مثبت تجمع ماده خشک در مراحل ساقه‌دهی و به‌ویژه جوانه زرد بر محتوی نیتروژن بافت است. به عبارت دیگر، هرچه گیاه در فرآیند تجمع ماده خشک در این مرحله فعال‌تر و عوامل نامساعد در این زمینه کمتر باشد، در مراحل پایانی رسیدگی (پرشدن خورجین) کمتر با محدودیت نیتروژن مواجه خواهد شد. بنابراین، احتمالاً تغذیه گیاهی (توزیع کود سرک در مراحل ابتدای ساقه‌دهی و گل‌دهی) به همراه آبیاری با تأثیر مستقیم بر افزایش شاخص تغذیه نیتروژن (به‌عنوان مثال در مرحله جوانه زرد شاخص تغذیه نیتروژن در مزارع با سطح مدیریت خوب نزدیک به ۱ بود) می‌تواند بر عملکرد گیاه تأثیر مستقیم داشته باشد.

### ۲.۳. درصد واقعی نیتروژن

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در مرحله جوانه زرد، سطوح مدیریت مورد بررسی و مزارع داخل این سطوح از نظر درصد واقعی نیتروژن دارای اختلاف معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) بودند (جدول ۲). آزمون مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نیز، بین سطوح مدیریت از نظر درصد واقعی نیتروژن در این مرحله، اختلاف معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) نشان داد. بین ارقام کلزا در جذب و انتقال نیتروژن تفاوت وجود دارد [۸، ۱۴]. علاوه بر تأثیر ارقام، واکنش کلزا به مصرف کود نیتروژن، تحت تأثیر نوع خاک، میزان رطوبت خاک و تعادل عناصر غذایی قرار دارد [۲]. نتایج به‌دست‌آمده را می‌توان با این یافته‌ها تشریح کرد. همچنین، روند نزولی (رقیق کردن) مقادیر درصد نیتروژن هم‌زمان با رشد گیاه (افزایش وزن ماده خشک) در تمامی مزارع مشاهده شد که

1. Triticum aestivum

شاخص تغذیه نیتروژن (کاهش کمبود نیتروژن) خواهیم بود.

### ۳.۳. درصد نیتروژن بحرانی

براساس نتایج، در مرحله جوانه زرد سطوح مدیریت دارای اختلاف معنی دار ( $P < 0.01$ ) بودند. نتایج آزمون مقایسه میانگین درصد نیتروژن بحرانی در مرحله یادشده نیز، در جدول ۳ درج شده است. بر این اساس، در مرحله جوانه زرد، مزارع با سطح مدیریت خوب و متوسط با مزارع با سطح مدیریت ضعیف حائز اختلاف معنی دار ( $P < 0.05$ ) بودند. در این مرحله، مزارع با سطح مدیریت ضعیف دارای بیشترین مقادیر درصد نیتروژن بحرانی در بین دیگر سطوح مدیریت بودند که نشان‌دهنده کمبود بیشتر نیتروژن در مزارع این سطح مدیریت بود. مشابه روند درصد واقعی نیتروژن، روند تغییرات مقادیر درصد نیتروژن بحرانی نیز نزولی بود و مقادیر نیتروژن بحرانی در طول فصل رشد همواره از درصد نیتروژن واقعی کمتر بود.

### ۴.۳. شاخص تغذیه نیتروژن

براساس اطلاعات به‌دست‌آمده حاصل از تجزیه واریانس مقادیر شاخص تغذیه نیتروژن که در جدول ۲ ارائه شده است، همه سطوح مدیریت و مزارع داخل هر یک از این سطوح، در مرحله جوانه زرد دارای اختلاف معنی دار ( $P < 0.01$ ) بودند. نتایج آزمون مقایسه حداقل تفاوت معنی دار نیز نشان داد که، در مرحله ذکرشده سطوح مدیریت دارای اختلاف معنی دار ( $P < 0.05$ ) بودند (جدول ۴). در طول سال زراعی این پژوهش، شاخص تغذیه نیتروژن به‌طور متوسط در مزارع با سطح مدیریت خوب، متوسط و ضعیف به ترتیب ۰/۹۱، ۰/۸۰ و ۰/۸۶ بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مقادیر شاخص تغذیه نیتروژن

در سه سطح مدیریت در مرحله جوانه زرد و حتی در طول فصل رشد، کمتر از ابود که نشان‌دهنده کمبود نیتروژن است [۱۳]. کمبود نیتروژن احتمالاً یکی از دلایل عدم دستیابی به پتانسیل تولید کلزا در محدوده مورد مطالعه بود. براساس یافته‌های پژوهش‌های پیشین [۹] در دیگر زراعت‌های استان گلستان نیز کمبود نیتروژن وجود دارد. در واقع ناکارآمدی مدیریت توزیع کود نیتروژن مختص به کلزا نبوده و در زراعت گندم نیز دیده شده است. بررسی ضرایب همبستگی ساده نشان داد که، بین شاخص تغذیه نیتروژن و مقادیر درصد نیتروژن واقعی در مرحله نمودی جوانه زرد همبستگی معنی دار ( $P < 0.01$ ) و مثبت وجود داشت. این همبستگی اهمیت تأمین نیتروژن مورد نیاز در این مرحله (جوانه زرد) در حصول عملکردهای مناسب را برای رسیدن به تولید پتانسیل را خاطرنشان می‌کند. شاخص تغذیه نیتروژن در مرحله جوانه زرد با عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی دار ( $P < 0.05$ ) بود (شکل ۱). این امر مؤید آن است که تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه در این مرحله احتمالاً برای رسیدن به عملکرد مطلوب مؤثر خواهد بود. براساس نتایج تحقیقات پیشین، در مرحله جوانه زرد، کاربرد نیتروژن یا آبیاری پس از مصرف کود سرک نیتروژن، سبب کاهش درصد ریزش گل‌ها و در نتیجه افزایش تعداد خورجین در واحد سطح و نیز تأثیر بر وزن هزاردانه موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود [۵]. نتایج به‌دست‌آمده با این یافته‌ها مطابقت دارد. جدول ۴ ضرایب همبستگی بین مقادیر درصد واقعی نیتروژن، ماده خشک، عملکرد دانه و شاخص تغذیه نیتروژن در مرحله نمودی مورد بررسی را پیشنهاد می‌کند.



ارزیابی اثرات مدیریت کود نیتروژن در مرحله گلدهی بر عملکرد کلزا در شرایط گرگان

جدول ۲. تجزیه واریانس سطوح مدیریت مزارع مورد بررسی

میانگین مربعات (Ms)				درجه آزادی (df)	منبع تغییرات (S.O.V)
شاخص تغذیه نیتروژن	نیتروژن بحرانی	نیتروژن واقعی	ماده خشک		
۰/۱۲**	۰/۳۹**	۰/۸۹**	۵۴۲۵۹/۱**	۲	سطح مدیریت
۰/۰۸**	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۸۸**	۳۸۵۳/۷۴ <sup>ns</sup>	۱۲	مزرعه داخل سطح
۰/۰۰۳	۰/۰۵	۰/۰۰	۷۰۲۴/۲۹	۳۰	خطای آزمایش
-	-	-	-	۴۴	کل
۶/۵۸	۶/۸	۰	۲۴/۹۵	-	ضریب تغییرات

ns بدون اختلاف معنی دار \* اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد \*\* اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد

جدول ۳. آزمون مقایسه میانگین‌های سطوح مدیریت مزارع مورد بررسی

شاخص تغذیه نیتروژن	نیتروژن بحرانی (درصد)	نیتروژن واقعی (درصد)	ماده خشک (گرم در مترمربع)	سطح مدیریت
۰/۹۸ <sup>a</sup>	۳/۱۸ <sup>b</sup>	۳/۱۳ <sup>a</sup>	۴۰۱/۰۵ <sup>a</sup>	خوب
۰/۸ <sup>c</sup>	۳/۳۵ <sup>ba</sup>	۲/۶۷ <sup>c</sup>	۳۲۴/۰۲ <sup>b</sup>	متوسط
۰/۸۷ <sup>b</sup>	۳/۵۱ <sup>a</sup>	۳/۰۶ <sup>b</sup>	۲۸۲/۵۳ <sup>b</sup>	ضعیف

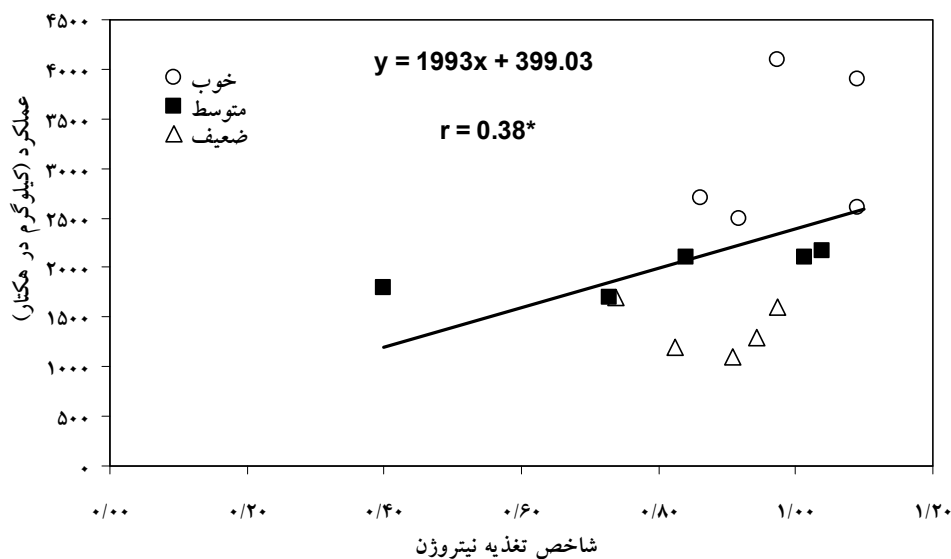
میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

جدول ۴. ضرایب همبستگی درصد واقعی نیتروژن، بحرانی وزن خشک، شاخص

تغذیه نیتروژن و عملکرد در مرحله جوانه زرد

عملکرد	شاخص تغذیه نیتروژن	ماده خشک	نیتروژن واقعی
			۱
		۱	۰/۱۹۷۷۵ <sup>ns</sup>
	۱	۰/۵۳۱۰۲**	۰/۹۳۳۲۷**
۱	۰/۳۸۰۳۱*	۰/۵۰۰۳۶**	۰/۲۱۹۷۴ <sup>ns</sup>

ns بدون اختلاف معنی دار. \* اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد. \*\* اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد.



شکل ۲. همبستگی شاخص تغذیه نیتروژن در مرحله جوانه زرد با عملکرد دانه

### ۵.۳. نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش، می‌توان گفت که خاک‌ورزی نامناسب، استفاده از ارقام با پتانسیل پایین تولید، عدم مبارزه مطلوب و مؤثر با عوامل خسارت‌زا و در نهایت، به‌ویژه عدم آبیاری (با توجه به شرایط آب و هوایی سال مطالعه) از جمله عوامل مهم محدودکننده در تولید مطلوب در منطقه گرگان بود. مزارع کلزای بررسی شده از نظر تغذیه نیتروژنی در وضعیت نامطلوب قرار داشتند (کمبود نیتروژن). به عبارت دیگر با در نظر گرفتن این نکته که مقادیر شاخص تغذیه نیتروژن در سه سطح مدیریت خوب، متوسط و ضعیف، زیر ۱ بود، بنابراین، مدیریت کودی در هر سه سطح نامطلوب برآورد شد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) بین عملکرد دانه با شاخص تغذیه نیتروژن در مرحله جوانه زرد، اهمیت دسترسی به منابع نیتروژن در مرحله جوانه زرد را تأیید کرد با توجه به یافته‌های به دست آمده، برنامه‌ریزی برای بهبود مدیریت تولید در مزارع کلزای استان گلستان با توجه به جایگاه این استان در تولید کلزای

کشور، در کاهش وابستگی کشور تأثیر چشمگیری خواهد داشت.

### تشکر و قدردانی

از جناب آقای لعل نوری، کارشناس محترم آزمایشگاه زراوند خراسان قدردانی می‌شود.

### منابع

۱. آمارنامه کشاورزی (۱۳۸۹). جلد اول، محصولات زراعی، دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، تهران. ۱۱۹ صفحه.
۲. احمدی، م؛ ر؛ جاویدفر، ف (۱۳۷۷). «تغذیه گیاه روغنی کلزا». شرکت سهامی خاص کشت و توسعه دانه‌های روغنی. ۱۹۴ صفحه.
۳. بیات، م؛ ربیعی، ب؛ ربیعی، م؛ مومنی، ع؛ (۱۳۸۷). «ارزیابی روابط بین عملکرد و صفات مهم زراعی کلزا به‌عنوان کشت دوم در شالیزار». علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۵، ص. ۴۸۷-۴۷۵.

۴. حاجیلری، ع؛ (۱۳۸۴). «کلزا، کاشت، داشت و برداشت». معاونت زراعت سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان. گرگان، ۸۹ صفحه.
۵. دانش شهرکی، ع؛ کاشانی، ع؛ مسگرباشی، م؛ نبی پور، م؛ کوهی دهکردی، م؛ (۱۳۸۷). «اثر تراکم و زمان مصرف نیتروژن بر برخی خصوصیات زراعی کلزا». پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۹، ص. ۱۱-۱۷.
۶. دانشمند، ع؛ شیرانی راد، ا؛ ح؛ نورمحمدی، ق؛ زارعی، ق؛ دانشیان، ج؛ (۱۳۸۵). «اثر تنش آبی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دانه، اجزاء عملکرد، جذب نیتروژن و کارایی مصرف آب و نیتروژن در دو رقم کلزا». مجله علوم زراعی ایران. ۸، ص. ۳۲۳-۳۴۲.
۷. دانشوراد، ز؛ اصفهانی، م؛ پیمان، م؛ ح؛ ربیعی، م؛ سمیع زاده، ح؛ (۱۳۸۷). «بررسی تأثیر روش های تهیه بستر بذر بر عملکرد اولیه، اجزای عملکرد و برخی از شاخص های رشد کلزا به صورت کشت دوم در اراضی شالیزاری». مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲، ۴۶، ص. ۱۸۹-۲۰۲.
۸. زنگانی، ا؛ کاشانی، ع؛ فتحی، ق؛ ا؛ مسگرباشی، م؛ (۱۳۸۵). «بررسی تأثیر و کارایی سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی و اجزای عملکرد دانه دو رقم کلزا در منطقه اهواز». مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۷، ۱، ص. ۳۹-۴۵.
۹. زینلی، ا؛ سلطانی، ا؛ گالشی، س؛ ا؛ موحدی نائینی، س؛ ع؛ (۱۳۸۶). ارزیابی شاخص تغذیه نیتروژنی مزارع گندم در گرگان. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گرگان. رساله دکتری.
۱۰. سلیمان زاده، ح؛ لطیفی، س؛ سلطانی، ا؛ (۱۳۸۶). «ارتباط فنولوژی و صفات فیزیولوژیک با عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus L.*) تحت شرایط دیم». مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۴. شماره (۵): ۹ صفحه.
۱۱. صفاهانی، ع؛ ر؛ زند، ا؛ باقرانی، ن؛ باقری، م؛ (۱۳۸۶). «تأثیر شاخص های رشد بر توان رقابتی ارقام کلزا (*Brassica napus L.*) با علف هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis*)». مجله پژوهش های زراعی ایران. جلد ۵. شماره (۲): ۳۱۳-۳۰۱.
۱۲. عزیززی، م؛ سلطانی، ا؛ خاوری، س؛ (۱۳۷۸). کلزا؛ فیزیولوژی، زراعت، به نژادی، تکنولوژی زیستی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۰ صفحه.
۱۳. فولادی، و؛ ندا، س؛ آینه بند، ا؛ اله نازکی، ف؛ (۱۳۸۹). «ارزیابی روش های مختلف خاک ورزی و مقدار بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در شرایط دیم». نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۸، ۲، ص. ۲۱۳-۲۲۴.
14. Colnenne C, Meynard JM, Reau R, Justes E, and Merrien A (1998) Determination of a critical nitrogen dilution curve for winter oilseed rape. *Annales of Botany* (81): 311-317.
15. Gerath N, and Schweiger A (1991) Improvement of the use of nutrients in winter rape. A strategy of economically and ecologically responsible fertilizing. 1197-2201. In D.I. McGregor (ED.). *Proceedings of the English International Rapeseed Congress, Saskatoon, Canada. Organizing Committee, Saskatoon.*

16. Gislum R, Boelt B (2009) Validity of accessible critical nitrogen dilution curves in perennial ryegrass for seed production. *Field Crops Research* (111): 152-156.
17. Lemaire G, Jeuffroy M, and Gastal F (2008) Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage Theory and practices for crop N management. *European Journal of Agronomy* (28): 614-624.
18. Liyong H, Hao C, Guangsheng Z, and Tingdong F (2007) The influence of drought on (*Brassica napus* L.) development under different nitrogenous level. 235-236. Proceeding of the 12th International Rapeseed Congress Sustainable Development in Cruciferous Oilseed Crops Production. 26-30 March Wuhan, China. Science Press USA Inc.
19. Millsa A, Moot DJ, Jamieson PD (2009) Quantifying the effect of nitrogen on productivity of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) pastures. *European Journal of Agronomy* (30): 63-69.
20. Nordestgaard A (1992) Split nitrogen application in perennial rye grass (*Lolium perenne* L.) for seed production. *SP beretning*. 163-168.
21. Rossato L, Laine P, and Curry A (2001) Nitrogen storage and remobilization in (*Brassica napus* L.) during the growth cycle: nitrogen fluxes within the plant and changes in soluble protein patterns. *Journal of Experimental Botany* (52): 1655-1663.
22. Taylor AT, Smith CJ, and Wilson IB (1991) Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.). *Nut Cycle Agroecology*. (29):249-260.
23. Ulrich A (1952) Physiological bases for assessing the nutritional requirements of plants. *Annual Review of Plant Physiology*. (3): 207-228.