



وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
معاونت آموزش و ترویج کشاورزی

مجموعه نشریات تجارب دنیا  
در بخش کشاورزی و منابع طبیعی

# مقایسه تغذیه گیاه کلزا در ایران با سایر کشورها

شماره ۱۸



معاونت آموزش و ترویج کشاورزی  
۱۳۹۹

نشریه ترویجی

۶۷۱





مجموعه نشریات تجارب دنیا  
در بخش کشاورزی و منابع طبیعی

مقایسه تغذیه گیاه کلزا

در ایران با سایر کشورها

(شماره ۱۸)



نشر آموزش کشاورزی

**عنوان:** مجموعه نشریات تجارب دنیا در بخش کشاورزی و منابع طبیعی؛ مقایسه تغذیه گیاه کلزا در ایران با سایر کشورها (شماره ۱۸)

**نویسنده:** احمد بایبوردی

**ویراستار علمی:** حسین نوری

**مدیر داخلی:** شیوا پارسانیک

**تهیه شده در:** معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت علمی و فناوری

**طراحی و آماده سازی:** دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی

**ناشر:** نشر آموزش کشاورزی

**صفحه آرا:** نرگس بهادر

**شمارگان:** ۱۰۰۰ جلد

**قیمت:** رایگان

**مسئولیت درستی مطالب با نویسنده است.**

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۹۴۹۷ به تاریخ ۱۴۰۰/۰۲/۱۲ است.

نشانی: تهران، خیابان آزادی، بین نواب و رودکی، پلاک ۲۰۵، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی

تلفن: ۶۶۴۳۰۴۶۵ | تلفکس: ۶۶۴۳۰۴۶۴ | کد پستی: ۱۴۵۷۸۹۶۶۸۱



## فهرست

عنوان ..... صفحه

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| اهمیت و جایگاه کلزا در ایران .....                               | ۵  |
| نیازهای کودی کلزا .....                                          | ۷  |
| ۱- ازت .....                                                     | ۷  |
| ۲- فسفر .....                                                    | ۷  |
| ۳- پتاسیم .....                                                  | ۸  |
| ۴- گوگرد .....                                                   | ۸  |
| مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه کلزا .....                              | ۸  |
| مصرف بهینه کودهای شیمیایی .....                                  | ۹  |
| توصیه مصرف نیتروژن .....                                         | ۹  |
| توصیه مصرف فسفر .....                                            | ۱۱ |
| توصیه مصرف گوگرد .....                                           | ۱۲ |
| کاربرد ماده آلی در تولید کلزا .....                              | ۱۲ |
| کاربرد کودهای زیستی در زراعت کلزا .....                          | ۱۳ |
| مدیریت تغذیه گیاه کلزا در شرایط تنش‌های محیطی .....              | ۱۴ |
| مدیریت تغذیه گیاه کلزا در شرایط شور .....                        | ۱۴ |
| تأثیر شرایط خشکی بر نیاز غذایی کلزا و پتانسیل تولید .....        | ۱۵ |
| تاریخچه و مبداء کلزا در جهان .....                               | ۱۶ |
| تولید کلزا در کشورهای عمده تولیدکننده طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۹ ..... | ۱۷ |
| تجارب کشور آلمان .....                                           | ۱۸ |
| تجارب کشور بلغارستان .....                                       | ۱۹ |
| تجارب کشور پاکستان .....                                         | ۲۰ |

|    |                     |
|----|---------------------|
| ٢٢ | تجارٲ كشور تركيه    |
| ٢٤ | تجارٲ كشور چين      |
| ٢٧ | تجارٲ كشور هندوستان |
| ٣١ | تجارٲ كشور نپال     |
| ٣١ | تجارٲ كشور فرانسہ   |
| ٣٥ | منابع               |

## اهمیت و جایگاه کلزا در ایران

کلزا<sup>۱</sup> به عنوان یکی از گزینه‌های مناسب برای تولید روغن در کشور از دهه ۷۰ مورد توجه قرار گرفته است. امروزه کلزا به دلیل اثرات مفید در تناوب با محصولات زراعی، قابلیت گسترش در طیف وسیعی از خاک‌ها (از خاک‌های شنی تا خاک‌های آهکی و رسی) را در سامانه‌های کشت و تناوب‌ها پیدا کرده است. تأمین عناصر غذایی به مقدار بهینه یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد کمی و کیفی این دانه روغنی با ارزش می‌باشد. ویژگی‌های خاص گیاه کلزا و سازگاری آن با شرایط آب و هوایی اکثر نقاط کشور باعث شده است که توسعه کشت این گیاه به عنوان نقطه امیدی جهت تامین روغن خام مورد نیاز کشور و رهایی از وابستگی به شمار رود، به طوریکه در حال حاضر کلزا نقطه ثقل طرح‌های افزایش تولید دانه‌های روغنی محسوب می‌گردد. دانه کلزا دارای ۲۵ تا ۵۵ درصد روغن، ۱۸ تا ۲۴ درصد پروتئین و ۱۲ تا ۲۰ درصد پوست است. کلزاهایی که از آن‌ها روغن استخراج می‌شود را کانولا می‌نامند

<https://www.poolnews.ir/fa/news/228478>

تولید کلزا در ایران از بدو شروع فعالیت‌های کشت دانه‌های روغنی در برنامه‌های توسعه به چشم می‌خورد. در ابتدا روی رقم سوئدی اورو<sup>۲</sup> گروه صفر در زراعت بهاره اقدامات ترویجی صورت گرفت ولی به علت استاندارد بالای روغن ایران و محدودیت ارقام در گذشته این اقدامات دامن‌دار نبوده است. با تکامل ارقام جدید از گروه دو صفر مطالعات توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح نهال و بذر در ایستگاه‌های مختلف به ویژه در دو ایستگاه تحقیقاتی دشت ناز ساری و عراقی محله گرگان ارقام زیادی توان تولید خوبی را در زراعت پاییزه از خود

---

1. Brassica napus. L

2. Oro

نشان داده است که نشانگر امکان تولید در سواحل دریای خزر به عنوان زراعت پاییزه در تناوب با گندم می باشد. مصرف سرانه روغن در کشور ما ۱۳ کیلوگرم می باشد و هر ساله ۹۵۰ هزار تن روغن در کشور مصرف می شود. تولیدات داخلی ۵-۵/۶ درصد این مصرف را تأمین کرده و بقیه آن به صورت روغن های خام و آماده از خارج وارد می شود. با توجه به مصارف گوناگون کلزا و همچنین به جهت کاهش وابستگی به واردات روغن و اجرای طرح افزایش تولید دانه های روغنی از سوی وزارت کشاورزی کشت این محصول در چند سال اخیر تا حدودی توسعه یافته است.

دلایل برتری کلزا و توجه کشاورزان به آن را می توان به طور خلاصه به شرح زیر خلاصه نمود:

- ◀ عملکرد به نسبت بالای آن در مقایسه با سایر محصولات متداول
- ◀ صفات زراعی مطلوب
- ◀ ثبات نسبی عملکرد
- ◀ آستانه حرارتی پایین و امکان رشد آن در درجه حرارت های پایین (امتیاز برای کشت در اروپای شمالی و کانادا)
- ◀ مقاومت به سرما
- ◀ وجود بازار مطمئن
- ◀ استفاده از آن در صنعت زنبورداری
- ◀ استفاده از فرآورده های جنبی آن
- ◀ قابلیت جایگزینی در تناوب
- ◀ به کارگیری روغن برخی از ارقام خاص آن (کلزا) در کشورهای شرقی به عنوان سوخت موتورهای دیزل.

## نیازهای کودی کلزا

عکس العمل کلزا به کودها شبیه محصولات غلات دانه ریز بوده و بستگی به حاصلخیزی خاک دارد. ازت و گوگرد کلید موفقیت برای رسیدن به عملکرد بالا می باشد.

### ۱- ازت

کلزا نیاز فراوان به ازت دارد و غالباً به عنوان گیاهی با نیاز بالای ازت (بیش تر از گندم) مورد توجه است. گیاه کلزا ازت مورد نیاز خود را از سه منبع ازت قابل جذب که در زمان کاشت در خاک وجود دارد، ازت آزاد شده از مواد آلی خاک در طول دوره رشد و کودهای ازته تأمین می نماید. کودهای مورد نیاز کلزا برای دست یابی به عملکرد مطلوب از ۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار تا ۲۴۰ کیلوگرم متفاوت است. واکنش محصول نسبت به مصرف کود ازته تحت تأثیر تیپ خاک، رطوبت و تعادل عناصر قرار می گیرد.

### ۲- فسفر

فسفر در مقادیر کم تری از ازت برای رشد حیاتی گیاه لازم است. مقادیر زیاد فسفر مصرفی درصد روغن را افزایش داده و همچنین به میزان پروتئین می افزاید. فسفر در درون گیاه متحرک بوده و به سرعت از بافت های پیرتر به سمت بافت های جوان تر و فعال حرکت می کند. ذخیره کافی فسفر در خاک، گیاه را قادر می سازد تا یک سیستم ریشه ای قوی و سالم در مراحل ابتدای رشد را تشکیل دهد. واکنش کلزا به مصرف کودهای فسفاته تحت تأثیر چندین فاکتور قرار می گیرد که عمده ترین آغاز عبارتند از توسعه ریشه و توزیع آن و روش مصرف کودهای فسفاته.



### ۳- پتاسیم

نیاز کلزا به پتاسیم مانند ازت، برای حداکثر رشد و عملکرد مطلوب است. پتاسیم تحمل گیاه را نسبت به امراض سرما و خشکی بیش تر و تولید نشاسته و کربوهیدرات ها را افزایش می دهد. پتاسیم استحکام گیاه را افزایش می دهد. یک گیاه سالم، با عملکرد مطلوب حاوی ۳۰۰-۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم است. غلظت این ماده در بذر نسبت به سایر قسمت های گیاه پایین تر است به نحوی که تنها ۶ تا ۸ کیلوگرم پتاس در هکتار توسط بذور پس از برداشت قابل انتقال است. جذب پتاسیم توسط گیاه با افزایش غلظت محلول افزایش می یابد.

### ۴- گوگرد

گوگرد به عنوان چهارمین ماده غذایی حائز اهمیت در تولید عملکرد مطلوب در گیاهان شناخته می شود گیاهان گوگرد را به شکل سولفات، که از طریق معدنی شدن ترکیبات آلی به وسیله باکتری ها حاصل می شود، جذب می کنند. بیش تر گوگرد موجود در خاک معمولاً به شکل آلی بوده و قابل جذب سریع گیاه نمی باشد. وجود گوگرد و ازت برای سنتز پروتئین ها ضروری می باشند. کمبود این ماده باعث کاهش عملکرد به مقدار قابل توجه می گردد.

## مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه کلزا

تولید غذا برای جمعیت در حال رشد مستلزم مدیریت تلفیقی میزان عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک توسط کشاورزان می باشد. مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه، به صورت استفاده هوشمندانه از ترکیب بهینه منابع آلی، معدنی و بیولوژیکی عناصر غذایی در یک تناوب زراعی برای دستیابی به عملکرد و تولید بهینه بدون آسیب رساندن به اکوسیستم خاک تعریف می شود. به عبارت دیگر

مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه با حفظ حاصلخیزی خاک و فراهمی عناصر مورد نیاز گیاه در سطح بهینه، منجر به تولید پایدار محصول به میزان مورد انتظار می‌گردد. استفاده مداوم از مقادیر بالای کودهای شیمیایی اثرات منفی بر تولید پایدار محصول داشته و استفاده نابجای آن‌ها می‌تواند به آلودگی محیط زیست منجر شود. کشاورزی پایدار چیزی جز مدیریت ماده آلی خاک و استفاده نسبی از کودهای آلی و بیولوژیک، کود سبز، بقایای گیاهی و انواع کمپوست نخواهد بود. از آنجایی که کودهای آلی به تنهایی قادر به تأمین نیازهای غذایی محصولات کشاورزی پربازده در کشاورزی امروزی نیست، استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی، آلی و زیستی راه حل مناسبی در توصیه کود می‌باشد. از طرف دیگر، استفاده توأم کودهای شیمیایی و آلی می‌تواند به بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک کمک کرده و به دنبال آن سبب افزایش میزان کربن آلی و عناصر غذایی خاک گردد.

### مصرف بهینه کودهای شیمیایی

در مزارع کود، عاملی برای افزایش تولید محصول و درآمد است. در شرایط و مواقعی که کمبود غذا مطرح می‌گردد، هدف تولید حداکثر محصول از طریق کوددهی است و بر عکس در مواقعی که غذا به طور فراوان یافت می‌گردد، کارایی مصرف کود از لحاظ اقتصادی (نسبت درآمد به هزینه) مورد توجه می‌باشد.

### توصیه مصرف نیتروژن

گیاهان سالم کلزا با نیتروژن کافی، دارای برگ سبز تیره می‌باشند اما از آن جا که این عنصر در گیاه متحرک است در زمان کمبود، برگ‌های پیرتر و ساقه‌ها، علائم کمبود را نشان می‌دهند (Grant and Baily, 1993). در مقایسه

با بسیاری از گیاهان دانه‌ای، کلزا نیاز بیش‌تری به مواد غذایی برای دستیابی به عملکردهای بالا دارد به نحوی که در مقایسه با گندم، ۲۵ درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیش‌تر و بیش از ۲ برابر نسبت به گندم، گوگرد بیش‌تری نیاز دارد. (Norton, 2013).

قسمت اعظم نیتروژن موجود در خاک در مواد آلی قرار دارد ولی مقدار کمی از کل آن در هر سال در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. ریز جانداران خاک مسئول تجزیه و آزادسازی نیتروژن موجود در مواد آلی می‌باشند. اغلب تنها ۲۰-۱۰ درصد کل نیتروژن مورد نیاز برای گیاهان پرمحصول از طریق نیتروژن آزادسازی شده از مواد آلی، تأمین می‌گردد. بنابراین لازم است از طریق مصرف کودهای نیتروژن و کودهای آلی بقیه نیاز نیتروژنی گیاه را تأمین نمود. ریشه‌ی کلزا قادر است نیتروژن را از عمق ۶۰ سانتی‌متری یا بیش‌تر جذب کند. کود نیتروژن مورد نیاز در کلزا برای دستیابی به عملکردی مطلوب بسته به وضعیت خاک از ۵۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، متفاوت است. واکنش گیاه نسبت به این کود تحت تأثیر نوع خاک، رطوبت و تعادل سایر عناصر غذایی می‌باشد. مصرف نیتروژن در اغلب موارد سبب کاهش درصد روغن می‌گردد. به عبارت دیگر هر عملی که سبب افزایش پروتئین بذر شود سبب کاهش مقدار روغن می‌گردد. به هر حال مصرف مقادیر بالاتر کود سبب افزایش عملکرد دانه و مقدار تولید روغن در واحد سطح به دلیل افزایش عملکرد دانه می‌گردد، اما درصد روغن کاهش می‌یابد. در حقیقت همبستگی منفی بین میزان پروتئین و روغن دانه وجود دارد و با توجه به آنکه ارزش روغن چند برابر پروتئین کنجاله می‌باشد، بنابراین مصرف بیش از حد نیتروژن به صرفه نیست (احمدی و جاویدفر، ۱۳۷۷). هر چند نیتروژن جزئی از مولکول گلوکوزینولات است ولی مطالعات نشان داده کاربرد کودهای نیتروژنی سبب کاهش میزان گلوکوزینولات‌ها در گیاه می‌گردد (ملکوتی و رضایی، ۱۳۸۰).

## توصیه مصرف فسفر

از آن جا که کلزا نیاز بالایی به فسفر دارد، رشد گیاه در خاک‌های با فسفر کم ضعیف است. در خاک‌های آهکی، فسفر با آهک تشکیل ترکیبات نامحلولی می‌دهد که برای گیاه قابل استفاده نیست. بنابراین میزان کود فسفر که گیاه آن را در سال اول جذب می‌کند بین ۲۰-۵ درصد مقدار مصرفی می‌باشد. متداول‌ترین و بهترین عصاره‌گیر برای خاک‌های آهکی مشابه کشور ایران، روش اولسن (بی کربنات سدیم) می‌باشد.

کلزا دارای انشعابات ریشه زیاد با تارهای کشنده فراوان می‌باشد که این باعث افزایش سطح ریشه‌ها برای جذب فسفر از خاک می‌گردد. به علاوه ریشه‌های کلزا، pH ریزوسفر را در شرایط کمبود فسفر کاهش می‌دهد و حلالیت فسفر و غلظت فسفر در مجاورت ریشه‌ها افزایش می‌یابد (Grant and Baily, 1993)

از آن جا که فسفر در خاک تحرک نداشته و عنصری غیرمتحرک به شمار می‌آید در معرض آبشویی قرار نمی‌گیرد، اما در خاک‌های آهکی با کلسیم و منیزیم واکنش داده و ترکیبات با حلالیت کم‌تری ایجاد می‌نماید که این موضوع باعث کاهش قابلیت دسترسی آن می‌گردد. بنابراین کودهای فسفره بیش‌ترین قابلیت استفاده را بلافاصله بعد از کاربرد دارند. کلزا در مراحل اولیه‌ی رشد به سرعت این عنصر را جذب کرده و تا هشت هفته این جذب ادامه دارد. بنابراین کود فسفر باید هم زمان با کاشت مصرف شود. کاربرد نواری و در زیر بذرکودهای فسفر در خاک‌های آهکی بسیار مفید است زیرا سطح تماس کود و خاک را کاسته و سرعت تبدیل فسفر به ترکیبات با حلالیت کم را کاهش می‌دهد. در این حالت میزان مصرف را می‌توان تا نصف کاهش داد. در غیر این صورت پخش سطحی و دیسک زدن بهترین روش مصرف می‌باشد. منابع مورد استفاده فسفر، سوپر فسفات تریپل، مونوآمونیم فسفات و دی آمونیوم فسفات می‌باشند.

منابع مایع فسفر مثل آمونیوم پلی فسفات یا اسید فسفریک به ویژه در خاک‌های قلیایی با ظرفیت بافری بالا مورد توجه می‌باشند. کمبود فسفر در کلزا توسعه و بلوغ ریشه را به تاخیر می‌اندازد. تغذیه ضعیف فسف، توانایی محصول را در پاسخ دادن به مواد غذایی نظیر نیتروژن و گوگرد، می‌تواند کاهش دهد.

### توصیه مصرف گوگرد

هر تن کلزا ۴ تا ۵ برابر گندم گوگرد از خاک خارج می‌کند. مقدار کافی گوگرد به شکل سولفات در خاک به صورت قابل توجهی رشد رویشی و تولید ماده خشک را افزایش می‌دهد و سبب افزایش تعداد خورجین و عملکرد بذر با افزایش مقدار پروتئین در بذرها می‌گردد. گیاه گوگرد را به صورت سولفات از خاک جذب می‌کند. تغذیه گوگرد بستگی بسیار زیادی به معدنی شدن مواد آلی خاک دارد. کودهای مختلف گوگردی در حال حاضر قابل استفاده می‌باشد. ترکیبات سولفاتی را می‌توان هنگام کاشت مصرف نمود. اما شکل گوگرد عنصری بایستی توسط ریزجانداران در خاک به شکل سولفات درآیند تا قابل استفاده گیاه شوند. تبدیل گوگرد عنصری معمولاً نیاز به چندین هفته شرایط گرم و رطوبت مناسب خاک دارد. به هر حال هنگامی که کمبود علائم خود را ظاهر می‌سازد بایستی از فرم‌های سولفاتی استفاده نمود.

### کاربرد ماده آلی در تولید کلزا

ماده آلی نه تنها تأمین‌کننده بخشی از نیاز گیاه به عناصر غذایی می‌باشد بلکه با تشدید فعالیت زیستی در خاک به چرخش بهتر مواد غذایی کمک می‌کند. از سویی، مصرف مواد آلی در خاک، منجر به بهبود وضعیت فیزیکی خاک نیز

می‌گردد که این امر به نوبه خود به رشد و نمو بهتر گیاه کمک می‌کند. کودهای آلی می‌تواند منشاء حیوانی یا گیاهی یا مخلوطی از آن‌ها را داشته باشد. به هر حال این کودها بخشی از عناصر غذایی برداشت شده از خاک را به خاک برمی‌گردانند اما نمی‌توانند همه هدر رفت و خروج عناصر غذایی از مزرعه را جبران نمایند (خادمی و همکاران، ۱۳۸۴). میزان مصرف کود آلی بستگی به درجه پوسیدگی، میزان عناصر غذایی، نسبت کربن به نیتروژن و نوع آن دارد. اگر کود آلی نپوسیده باشد بهتر است چند ماه جلوتر با خاک مخلوط و با اعمال رطوبت مناسب پوسانده شود. اگر کود آلی درجه رسیدگی کافی داشته باشد می‌توان همزمان با کشت آن را مصرف نمود. بهتر است کود آلی در عمق مؤثر ریشه با خاک کاملاً مخلوط شود.

## کاربرد کودهای زیستی در زراعت کلزا

کودهای زیستی حاوی باکتری‌های محرک رشد گیاه از مهم‌ترین انواع کودهای زیستی قابل استفاده در کشت کلزا می‌باشند. باکتری‌هایی مانند سودوموناس، فلاوباکتریوم، باسیلوس، ازتوباکتر و آروسپیریوم از انواع شناخته شده باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند. باکتری‌های محرک رشد گیاه به وسیله مکانیسم‌های مختلف، به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم رشد گیاهان را افزایش می‌دهند. مکانیسم‌های مستقیم شامل تثبیت بیولوژیک نیتروژن، حلالیت فسفات‌های نامحلول، تولید تنظیم‌کننده‌های رشد و ویتامین‌ها می‌باشند که با تأثیرات مستقیم بر رشد گیاه سبب افزایش عملکرد گیاهان می‌شوند. از مکانیسم‌های غیرمستقیم می‌توان به خصوصیات مانند تولید سیانید هیدروژن، آنتی بیوتیک‌ها و سیدروفورها اشاره کرد. مکانیسم‌های غیرمستقیم با تعدیل تأثیرات منفی تنش‌های زنده و غیرزنده سبب بهبود رشد گیاهان می‌شوند. مقدار و نحوه مصرف کودهای زیستی

محرك رشد گیاه بستگی زیادی به نوع فرمولاسیون آن‌ها دارد. این کودها عموماً به شکل مایع و یا پودری و به ندرت به صورت گرانول تولید می‌شوند.

## مدیریت تغذیه گیاه کلزا در شرایط تنش‌های محیطی

### مدیریت تغذیه گیاه کلزا در شرایط شور

برای تأمین مواد غذایی، لازم است غلظت عنصر غذایی نسبت به شرایط غیرشور تا حدودی افزایش یافته و از این دیدگاه برای رسیدن به یک تولید معین در شرایط شور نسبت به شرایط غیرشور مقدار بیش‌تری کود بایستی مصرف گردد. از سوی دیگر، یکی از دلایل کاهش عملکرد در خاک‌های شور، کوتاه شدن دوره رشد بیان شده است. نتایج پژوهش‌های میرزاپور (۱۳۸۸) حاکی از وجود رابطه‌ای قوی میان مصرف نیتروژن و عملکرد کلزا در شرایط شور و از طریق بهبود پوشش سبز گیاهی برای دریافت نور، شادابی برگ‌ها برای انجام فتوسنتز، افزایش ارتفاع مطلوب گیاهی و رشد فعال برگ‌ها و در نتیجه، افزایش عملکرد دانه و ماده خشک گیاهی است. بر اساس این نتایج، در شرایط شوری آب و خاک، با افزایش سطح نیتروژن مصرفی تا ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (معادل ۴۹۰ کیلوگرم اوره)، عملکرد دانه بهبود یافته در حالی که درصد روغن دانه، کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد با توجه به عملکرد بالای شاخسار و اندام هوایی کلزا، نیاز به نیتروژن در کلزا از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار باشد به طوری که هر قدر بر میزان نیتروژن مصرفی افزوده شده، عملکرد نیز به صورت خطی افزایش می‌یابد.

به نظر می‌رسد شوری خاک با محدود کردن رشد ریشه، باعث کاهش جذب فسفر به وسیله گیاه می‌شود و لذا، برای رسیدن به سطح کافی فسفر در گیاه، باید مقادیر بیش‌تری فسفر در مقایسه با شرایط غیرشور مصرف کرد.



ضمن آن که در شوری‌های بالای آب آبیاری، مقدار قابل توجهی از فسفر رسوب می‌نماید (میلانی، ۱۳۷۸) و بنابراین، نیاز است تا مقادیر فسفر مصرفی بیش‌تر از شرایط غیرشور باشد. در مورد مصرف پتاسیم در شرایط شور، نتایج تحقیقات مختلف بر لزوم مصرف این عنصر تأکید دارد اما باید توجه داشت مقدار مصرف این کود بستگی به شوری آب آبیاری و خاک و نیز مقدار پتاسیم قابل جذب در خاک دارد. علاوه بر این در شرایط شور، جذب عناصر غذایی کم مصرف به دلیل کاهش حجم ریشه و خاصیت ضدیتی (آنتاگونیستی) بین عناصر غذایی و یوهای سمی، کاهش می‌یابد. انتخاب رقم متحمل به شوری از مواردی است که زارع در زمان مواجه با خاک و آب شور، در پیش می‌گیرد. ارقام SLM 046 و 401 Hyola از جمله ارقام متحمل به شوری محسوب می‌شوند.

### تأثیر شرایط خشکی بر نیاز غذایی کلزا و پتانسیل تولید

تنش خشکی یکی از محدودکننده‌ترین عوامل تولید کلزا در نواحی خشک و نیمه‌خشک است. تنش خشکی به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن آب کافی در محیط ریشه وجود ندارد. اثر تنش خشکی بر کلزا بسته به رقم، شدت و دوام تنش و شرایط آب و هوایی و همچنین به دلیل ارتباط نزدیک نیازهای غذایی و آبی به شرایط حاصلخیزی خاک نیز مرتبط است. تنش خشکی علاوه بر کاهش جذب مواد غذایی بر فرآیندهای دیگری نظیر فتوسنتز، تورم سلولی و رشد سلول‌ها اثر منفی دارد. بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که وقوع تنش خشکی در مرحله رشد طولی ساقه کلزا و مرحله گلدهی (به ویژه) به شدت بر اجزا عملکرد و عملکرد دانه کلزا، اثر منفی دارد. بنابراین وقوع تنش خشکی در مراحل گفته شده منجر به کاهش تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین می‌گردد (Ahmadi and Bahrani, 2006) و (Robertson, 2004). سازوکارهای پیشنهادی برای کاهش اثرات تنش خشکی بر کلزا عبارتند از:

توسعه ارقامی با کارایی و توانایی بالا برای مقاومت در شرایط تنش خشکی، انجام آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشد و بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک به خصوص در مورد نیتروژن، پتاسیم و فسفر، آماده‌سازی بذر برای جوانه‌زدن<sup>۱</sup> و استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد (نظیر اسید جیبرلیک و استفاده از حفاظ‌های اسمزی مثل پرولین (Farooq et al., 2009).

## تاریخچه و مبداء کلزا در جهان

کلزا با نام علمی *Brassica napus* گیاهی زراعی و جزء دانه‌های روغنی محسوب می‌شود. متعلق به خانواده *Craucifere* که در انگلیس به آن Rapeseed و در فرانسه به آن Colza می‌گویند و سومین مقام را در بین گیاهان روغنی جهان دارا می‌باشد. عمده‌ترین کشورهای تولیدکننده این محصول در جهان به ترتیب کانادا، چین، هندوستان است که بیش از ۶۵ درصد کلزای جهان را تولید می‌کند. چین و هندوستان بیش‌تر تولید خود را به مصرف داخلی می‌رسانند اما کشور کانادا بزرگ‌ترین صادرکننده کلزا است. میزان روغن کلزا بین ۴۵-۴۰ درصد بوده و کنجاله آن حاوی ۳۵٪ پروتئین است. روغن کلزا حدود ۲۰۰۰-۱۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح مصرف می‌شده است. در گذشته از روغن آن به عنوان سوخت چراغ و پس از اختراع ماشین به عنوان روغن موتورهای بخار به کار می‌رفت. در سال ۱۹۶۵ اولین روغن خوراکی در کانادا از کلزا استخراج گردید. در اکثر جوامع روغن‌های خوراکی از اقلام مهم مصرفی محسوب شده و تعیین میزان مصرف سرانه روغن یکی از معیارهای سنجش وضعیت اقتصادی جوامع است. زراعت کلزا از ۳۰۰۰ سال قبل در هندوستان رواج داشته است و از آنجا به چین و ژاپن راه یافته است. در اروپا استخراج روغن از دانه کلزا و دانه سایر گونه‌های

1. seed priming

متعلق به جنس براسیکا دست کم از قرن شانزدهم رواج داشته است. زادگاه کلزا هنوز دقیق مشخص نیست اما به احتمال قوی ناحیه آسیا و اروپا است چون زیرگونه‌های متعلق به شلغم روغنی به صورت وحشی از اروپای غربی تا چین پراکنده است، بنابراین می‌توان پذیرفت که دارای دو زادگاه یکی در ناحیه افغانستان - پاکستان و دیگری در ناحیه مدیترانه باشد و همچنین ممکن است یک ناحیه فرعی آن ترکیه - ایران باشد.

### تولید کلزا در کشورهای عمده تولیدکننده طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۴ (اعداد به میلیون هکتار)

| سال                  | ۹۴/۹۵ | ۹۵/۹۶ | ۹۶/۹۷ | ۹۷/۹۸ | ۹۸/۹۹ |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| اتحادیه اروپا        | ۶/۹۹  | ۸/۲۳  | ۷/۳۱  | ۸/۷۴  | ۹/۳۰  |
| لهستان               | ۰/۷۶  | ۱/۳۸  | ۰/۴۵  | ۰/۵۹  | ۰/۷   |
| بقیه کشورهای اروپایی | ۰/۶۹  | ۱/۰۰  | ۰/۹۰  | ۱/۰۱  | ۱/۱۱  |
| کانادا               | ۷/۲۳  | ۶/۴۴  | ۵/۰۶  | ۶/۲۰  | ۷/۴۵  |
| چین                  | ۷/۴۹  | ۹/۷۸  | ۹/۲۰  | ۹/۵۴  | ۸/۷۰  |
| هند                  | ۵/۷۶  | ۶/۰۷  | ۶/۱۵  | ۵/۰۵  | ۶/۲۰  |
| استرالیا             | ۰/۳۱  | ۰/۵۸  | ۰/۶۴  | ۰/۸۱  | ۱/۲۸  |
| سایر کشورها          | ۱/۲۷  | ۱/۴۵  | ۱/۴۵  | ۱/۶۴  | ۱/۷۶  |
| کل                   | ۳۰/۵۰ | ۳۴/۹۲ | ۳۱/۱۶ | ۳۳/۵۸ | ۳۶/۵۰ |

## تجارب کشور آلمان

هر بهار، مزارع گل‌های زرد روشن باعث ایجاد مناظر چشم‌گیر در همه جا از دریای شمال تا کوه‌های آلپ می‌شوند. روغن کلزا به محبوب‌ترین روغن پخت و پز در آلمان تبدیل شده است. در آلمان، کلزا در حال حاضر مهم‌ترین گیاه روغنی که دارای کاربردهای متنوعی است و به همین دلیل در بین محصولات زراعی جایگاه ویژه‌ای دارد. در طی ۲۰ سال گذشته، کلزا همچنین مبنای یکی از مهم‌ترین منابع بیولوژیک قرار گرفته است. بنابراین تاریخ کشت کلزا در آلمان یک داستان موفقیت واقعی است. برای دستیابی به این هدف، پیشرفت‌های اساسی در کیفیت بذر مورد نیاز است: (۱) کاهش اسید اروسیک ناسالم در روغن دانه و (۲) کاهش گلوکوزینولات‌ها در کلزا. در عین حال، تنش‌های محیطی به تدریج تولید کلزا را به خطر می‌اندازد. در نتیجه، بهبود مقاومت در برابر تنش‌های بیوتیک و غیرزنده، یکی از مهم‌ترین چالش‌ها برای پرورش و کشت کلزا است. از طریق پیشرفت تولید، کیفیت محصول بیش‌تر توسعه یافته و جذابیت اقتصادی کشت کلزا با تأثیرات مثبت بر درآمد تولیدکنندگان افزایش یافته است.

تمرکز کشور آلمان بر اصلاح کلزای زمستانه است، چرا که در کشور آلمان ۴ میلیون هکتار زیر کشت این محصول قرار دارد. این کشور اقدامات توسعه‌ای خود را در اکراین، آلمان، فرانسه، لهستان و انگلستان عملیاتی کرده است. بیش‌ترین تمرکز آلمان بر روی تولید بذر هیبرید است، در مراکز مختلف والدین این هیبریدها را با تبخیر کردن مخازن ژنی که در اختیار دارند توسعه می‌دهند. این کشور بر این باور است که انتخاب نوع بذر مقاوم در برابر آفات و بیماری‌ها بسیار مهم است و تمرکز بر روی تولید بذر مناسب برای مقابله با آفات است، چرا که می‌تواند باعث کاهش مصرف سموم شود. این انتخاب

کمک می‌کند تا بهترین عملکرد را در مزرعه داشته باشیم. از موارد دارای اهمیت در این انتخاب می‌توان به زمان مورد نیاز برای برداشت اشاره کرد. گیاه کلزا بسیار مدیریت‌پذیر است که تا حد زیادی به حمایت‌های مختلف نیاز دارد. اگر تناوب در کشت این گیاه به خوبی مدیریت نشود این گیاه نمی‌تواند به طور مناسب رشد کند. علاوه بر این، کشت این گیاه برای محصول بعدی که پس از آن بر روی آن زمین کشت می‌شود بسیار مفید است. همچنین بر جمعیت گیاهان هرز در کشت بعدی تأثیر می‌گذارد و آن را کاهش می‌دهد. رسیدن به عملکرد بالا در کشت این محصول تا حد زیادی به اقدامات انجام شده قبل از کشت وابسته است.

### تجارب کشور بلغارستان

تعدادی از برنامه‌های تحقیقاتی در اروپا و جهان به کلزا اختصاص داده شده است. این گیاه به عنوان یک محصول انرژی غنی از روغن شناخته شده است. علاقه به آن در بلغارستان به دلیل قیمت‌های بالای خرید و تعهدات بلغارستان طبق دستورالعمل اتحادیه اروپا مبنی بر جایگزینی فرآورده‌های نفتی حمل و نقل در سال ۲۰۲۰ با سوخت‌های زیستی تا ۲۰ درصد رشد خواهد کرد.

کلزا در بلغارستان به طور گسترده برای تولید روغن خانگی و علوفه پروتئین بالا استفاده می‌شود. از نظر زیست محیطی، به بازآفرینی زمین‌های فرسوده و آلوده، بهبود ساختار خاک و مناطق بدون علف‌های هرز کمک می‌کند.

کلزا یکی از بهترین پیش‌سازهای گندم است. این ماده در افزایش عملکرد گندم حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد نقش دارد. شرایط آب و هوایی برای رشد کلزا روغن زمستانی در بلغارستان مطلوب است.

مطابق کشاورزی آلبرتا (۱۹۸۰)، عملکرد کلزا بدون آبیاری وقتی خوب در

نظر گرفته می شود که رنج آن بین ۶/۲-۱ میلی گرم بر هکتار و با آبیاری رنج آن بین ۴-۲/۳ میلی گرم بر هکتار باشد.

آبیاری و کوددهی باعث افزایش عملکرد دانه می شود. کلزا هنگام آبیاری بیش تر به لقاح نیتروژن واکنش نشان می دهد. ماده خشک و عملکرد دانه هنگام آبیاری و افزایش لقاح ازت افزایش می یابد. میزان روغن با آبیاری افزایش می یابد و با افزایش کوددهی ازت کاهش می یابد (Smith et al., 1988).

اسمیت و همکاران (۱۹۸۸) عملکرد کلزا را با آبیاری، ۲/۱ میکروگرم در هکتار و بدون آبیاری ۰/۸ میکروگرم در هکتار به دست آوردند. حداکثر عملکرد روغن (حدود ۶/۱ میکروگرم در هکتار) با آبیاری همراه با کوددهی با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در کاشت بدست آمد. مطالعات بیشماری نشان داده اند که استفاده از پتاسیم به صورت کود، تأثیر منفی خشکسالی بر رشد را کاهش می دهد (Fanaei et al., 2009). آبیاری تأثیر بیش تری بر تعداد دانه در خاک نسبت به سایر اجزای عملکرد دارد (Masoud Sinaki et al., 2007). یکی از ویژگی های کلزا این است که از رطوبت خاک تا پایان بلوغ استفاده می کند (Bauder, 2006) و (Robertson et al., 2001).

## تجارب کشور پاکستان

در پاکستان این گیاه به منظور علوفه و همچنین به عنوان منبع روغن خوراکی پرورش می یابد. روغن خوراکی یکی از اصلی ترین نیازهای رژیم غذایی روزانه ما است. پاکستان به دلیل مصرف بالای ۳۲۵/۲ میلیون تن با کمبود روغن خوراکی روبرو شده است، در حالی که تنها ۶۰۶/۰ میلیون تن از طریق تولید کشور تأمین می شود، در حالی که مابقی آن هر سال وارد می شود (MNFS&R, 2011). تقاضای اساسی برای افزایش تولید دانه روغنی وجود دارد. از این نظر، کلزا در

پاکستان می‌تواند با موفقیت رشد کند، زیرا بسیار مناسب شرایط کشاورزی و محیط زیست کشور است. عملکرد کم دانه کلزا به دلیل برخی محدودیت عمده یعنی ارقام قابل قبول، روش‌های زراعی و در دسترس بودن مواد مغذی به مقدار مناسب است. مدیریت ازت تقریباً برای تمام محصولات زراعی از اهمیت برخوردار است. کاربرد بیش از حد نیتروژن در کلزا خطر تجمع را افزایش می‌دهد و بنابراین عملکرد نامطلوب قرار می‌گیرد. نیاز نیتروژن به کلزا نسبت به محصولات غلات بسیار زیاد است و به صورت آمونیوم یا نترات در دسترس گیاهان است. عملکرد محصول ممکن است با کود نیتروژن غنی شود (Rathke et al., 2005; Amanullah, 2013). استفاده بیش از حد ازت باعث کاهش عملکرد دانه و کیفیت کلزا می‌شود (Ozturk, 2010). حداکثر کوددهی ازت باعث رشد سریع سایبان گیاه می‌شود و در پر کردن دانه کمک زیادی می‌کند (Al-Barrak, 2006). چیمبا و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند بهره‌وری از کلزا با افزایش کاربرد نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ثبت رسیده است. فتحی و همکاران (۲۰۰۲) در پاکستان طی آزمایشات مختلف به این نتیجه رسیدند که افزایش کاربرد نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه کلزا می‌شود. حداکثر عملکرد دانه کلزا با سطح بالاتر ازت و گوگرد ثبت شد. دلیل مناسب این امر می‌تواند به دلیل افزایش نیتروژن و گوگرد افزایش غلاف و از این رو عملکرد دانه باشد. بالاترین عملکرد در برخی از محققان با نرخ‌های مختلف ثبت شد، مانند نمت و همکاران (۲۰۰۹) بیش‌ترین عملکرد دانه را در ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آورد. رابی و همکاران (۲۰۱۲) طی آزمایشی به این نتیجه رسیدند که در ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن عملکرد بیولوژیکی با افزایش سطح ازت و گوگرد به طور قابل توجهی افزایش یافت. دلیل احتمالی افزایش عملکرد بیولوژیکی با افزایش فسفر ازت ممکن است این باشد که نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و در نتیجه محصول بیش‌تر جذب می‌شود که رشد و نمو محصول را افزایش می‌دهد و

بنابراین منجر به افزایش عملکرد بیولوژیکی می‌شود. این نتایج مطابق با نتایج کوچر و همکاران (۲۰۰۵) است که اظهار داشت که عملکرد بیولوژیکی با افزایش ازت به ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافته است. با افزایش سرعت نیتروژن، شاخص برداشت افزایش می‌یابد، که دلیل احتمالی آن وجود بیش تر نیتروژن در جذب مواد مغذی است. نتایج ما مطابق با نتایج کاردرگر و همکاران (۲۰۱۰) است که اظهار داشت افزایش سطح ازت منجر به شاخص برداشت بیش تر است. در پاکستان بر این باور هستند که سطح بالاتر ازت و گوگرد باعث افزایش آلودگی علف‌های هرز و همچنین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت کلزا می‌شود، بنابراین باید از نرخ بهینه هر دو کود برای کاهش آلودگی علف‌های هرز استفاده شود و عملکرد دانه کلزا را افزایش دهند.

## تجارب کشور ترکیه

در حال حاضر، بیش از ۵۰٪ روغن نباتی مصرفی در ترکیه از خارج وارد می‌شود. تولید کلزا به عنوان منبع درآمد جایگزین برای تولیدکننده ترکیه است. اگرچه تولید آن هنوز محدود است، اما این محصول دارای امکان گسترش زیادی است. به طور عمده در مناطقی که گندم<sup>۱</sup> تنها محصول زمستانی یا در مناطق حاشیه‌ای برای غلات است این یک جایگزین است. در ترکیه ۷۵٪ از اراضی قابل کشت به غلات اختصاص می‌یابد که ۶۷٪ آن توسط گندم اشغال شده است. تنش خشکی همچنین یک عامل استرس غیرزنده جدی برای محدود کردن تولید محصولات زراعی در ترکیه به ویژه در آناتولی مرکزی است که تقریباً ۵/۴٪ (۴۵ میلیون هکتار) از منطقه تولید گندم ترکیه را در بر می‌گیرد. برای محصولات تازه وارد مثل کلزا، ارزیابی فناوری تولید مناسب برای محیط‌های

1. Triticum Beautivum L



مختلف ضروری است. در میان بسیاری دیگر، مهم‌ترین عامل مورد نیاز تغذیه محصولات زراعی است. کود نیتروژن نقش اساسی در افزایش عملکرد محصول دارد (راتکه و همکاران، ۲۰۰۵). در مقایسه با غلات، کلزا به مقدار بیش‌تری مواد مغذی نیاز دارد، و ازت موجود در آن اغلب عملکرد دانه را محدود می‌کند. هاکینگ و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که کلزا حدود ۲۵٪ نیترات بیش‌تر از گندم نیاز دارد. پاسخ عملکرد کلزا به افزایش دوزهای ازت با متغیرهای مختلف محیطی از جمله آب و هوا، نوع خاک، باروری باقیمانده (به خصوص نیترات)، محتوای آب خاک و رقم متفاوت است. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که رشد و عملکرد کلزا با دوزهای بالای ازت کاربردی به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد (Bilsborrow et al., 1993; Kumar et al., 2001; Cheema et al., 2001). از طریق تأثیر تعدادی از پارامترهای رشد مانند تعداد شاخه‌ها و غلاف در بوته، دانه در غلاف و وزن هزار دانه با افزایش رشد و توسعه شدیدتر، عملکرد افزایش می‌یابد (Taylor et al., 1991; Qayyum et al., 1998). در کلزا برای تولید ۲۵۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار نیاز به تجمع بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار است (Grant and Bailey, 1993). گزارش شده است که آرژانتین با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (Sarandon et al., 1996). شپاردز و باتلس (۱۹۸۰) با افزایش نرخ ازت تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد را افزایش دادند. ابراهیم و همکاران (۱۹۸۹) نتیجه‌گیری کرد که عملکرد با نرخ ازت تا ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. مقدار بیش از حد ازت می‌تواند باعث افزایش مقدار ازت در بذرها، کاهش روغن و ارزش تجاری آن‌ها شود (Chamorro et al., 2002). علاوه بر این، استفاده بیش از حد از کودها بر اقتصاد و محیط زیست کشاورز تأثیر منفی می‌گذارد. از این رو انتخاب دوز، منبع و زمان صحیح کاربرد کود ازت از جنبه‌های مهم تولید موفقیت‌آمیز کلزا است (Wiesler et al., 1999).

علیرغم تأثیرات شناخته شده اجزای اصلی کود ازت، یعنی منابع ازت و یا برخی مواد مغذی دیگر به عنوان عناصر ثانویه در خاک و گیاهان، فاکتور سوم ازت، یعنی ترکیب شیمیایی کودهای اعمال شده ازت، به عنوان یک عامل مهم در سیستم تولید کلزا به ندرت اعمال می شود (Wiesler et al., 1999). مطالعه قبلی (Ozturk and Akınerdem, 2000) نشان داد که کلزا عملکرد مطلوبی داشته و می تواند با موفقیت در محصول زمستانی تحت شرایط آناتولی مرکزی رشد کند. تمام تیمارهای کود نیتروژن باعث افزایش معنی دار ارتفاع گیاه در مقایسه با شاهد شدند. حداکثر ارتفاع گیاه (۱۳۱ سانتی متر) با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد، اما پس از آن، با بالاترین میزان (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) کاهش معنی داری یافت. این نتیجه با نتیجه اوزر (۲۰۰۳) منطبق است. افزایش نرخ ازت معمولاً موجب افزایش تعداد شاخه های گیاهان کلزا، همانطور که قبلاً گزارش شده بود می گردد (Ozer, 2003).

## تجارب کشور چین

کلزا بزرگترین محصول روغنی در چین است و حدود ۲۰٪ از تولید جهان را تشکیل می دهد. طی ۱۰ سال گذشته، با بهبود کیفیت بذر و به ویژه روغن دانه، تولید، سطح زیر کشت و عملکرد کلزا پایدار بوده است. چین یکی از کشورهای پیشرو در تحقیقات ژنومی کلزا در سطح بین المللی است که به طور مشترک با سایر کشورها کل توالی ژنومی کلزا و دو گونه والدین آن، Brassica oleracea و Rapa Brassica را انجام داده است. پیشرفت در ژنومیک عملکردی از جمله شناسایی QTL حاکم بر صفات مهم زراعی از جمله عملکرد، محتوای روغن بذر، تنظیم باروری، بیماری و مقاومت در برابر حشرات، استرس غیر طبیعی، راندمان مصرف مواد غذایی و مقاومت در برابر خرد شدن غلاف حاصل

شده است. به عنوان یک نتیجه، نشانگرهای مولکولی توسعه یافته بوده‌اند و مورد استفاده در برنامه‌های پرورش مکانیزاسیون در کل مراحل تولید کلزا مورد بررسی قرار گرفت و دستورالعمل‌های عملیاتی برای کلیه تکنیک‌های مربوطه منتشر شد. تکنیک‌های مدرن برای مدیریت مزرعه کلزا مانند کاشت با چگالی بالا، کود آزاد شده کنترل شده، و کنترل بیولوژیکی بیماری و آفات همراه با ابزار دقیق مانند هواپیماهای بدون سرنشین توسعه یافته و در چین پذیرفته شده است. با استفاده از فن‌آوری‌های پیشرفته اصلاح نژاد و تولید، در آینده نزدیک عملکرد روغن و کیفیت گونه‌های کلزا بسیار افزایش می‌یابد و گونه‌های بیش‌تری با صفات مطلوب به ویژه بلوغ زودرس، بازده بالا، مقاومت بالا در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده و مناسب برای برداشت مکانیزه توسعه می‌یابد. استفاده از فن‌آوری‌های نوین در مدیریت مکانیزه کلزا سود قابل ملاحظه‌ای را افزایش می‌دهد. کلزا مهم‌ترین محصول روغنی و چهارمین محصول بزرگ در چین پس از برنج، ذرت و گندم سیاه است. چین به عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده کلزا، از نظر تولید کلزا رتبه اول در جهان را به خود اختصاص داده است. مدیریت مرسوم محصولات زراعی کلزا به دلیل کم‌ترین مکانیزاسیون آن بسیار گران، کارآمد و ناکارآمد است. کمبود نیروی کار در مناطق روستایی و کمبود زمین قابل کشت برای کشت تجاری کلزا دارای بازرسی از روغن و فرآورده‌های وزارت کشاورزی چین نشان می‌دهد که کلزا جمع‌آوری شده از مناطقی که تحت سیستم ملی فناوری مدرن کلزا در سال ۲۰۱۵ جمع‌آوری شده بالاترین میزان را داشته است، یعنی میانگین روغن (۷۹/۴۳٪) و کم‌ترین میزان اسید اروسیک (۴٪) که بیش‌ترین رقم در طول تاریخ کشت کلزا در چین است.

مکانیزه‌سازی در سال‌های اخیر به طور مداوم در منطقه در حال رشد کلزا افزایش یافته است. سازمان‌های حرفه‌ای روستایی که خدمات مکانیزه‌ای برای کاشت، استفاده از مواد شیمیایی برای علف‌های هرز و بیماری و برداشت

محصول دارند به سرعت در حال پیشرفت هستند. در حال حاضر، حفاری مستقیم روش اصلی کاشت کلزا است و هزینه‌های نیروی کار را به شدت کاهش می‌دهد و ساختار خاک را بهبود می‌بخشد. با این حال، بذر مستقیم برای رشد کلزا نسبت به پیوند نهال به زمان بیش‌تری در زمین نیاز دارد و منجر به درگیری در مورد کاربری اراضی با کاشت برنج در فصل بعد می‌شود (Ma et al., 2010). در سال‌های اخیر، دانشگاه یانگژو و انستیتوی تحقیقات مکانیزاسیون کشاورزی نانجینگ، وزارت زراعت به‌طور مشترک مشکلات فنی مربوط به پیوند مکانیکی نهال کلزا را که در ماتریس ویژه رشد یافته‌اند، تشکیل داده آزمایش‌های تجربی در مورد پیوند مکانیکی نهال‌های کلزا در استان‌های جیانگ‌سو و هوبئی موفقیت‌آمیز بوده است. بنابراین، فناوری پیوند مکانیکی به ویژه در مناطقی که درگیری فصلی با کاشت برنج در فصل بعد دارند، به سرعت گسترش می‌یابد.

با توسعه مکانیزه کلزا در چین، نرخ کود بهینه در شرایط بذر مستقیم و شرایط کاشت با تراکم بالا توصیه شده است (Xie et al., 2013). تولید کلزا به کاربرد کود شیمیایی برون‌زا، به ویژه برای کود نیتروژن بستگی دارد، و منجر به افزایش سالانه کاربرد کود نیتروژن در مقیاس ملی می‌شود (Ye et al., 2010). در حال حاضر، راندمان مصرف نیتروژن در چین از کشورهای توسعه یافته پایین‌تر است. استفاده بیش از حد از کود نیتروژن تأثیرات منفی بر محیط، سلامت انسان و اقتصاد گذاشته است (Gruber et al., 2008; Zheng et al., 2015). به همین دلیل افزایش راندمان استفاده از کود ضروری است. استفاده از کود آزاد شده کنترل شده یکی از راه‌های مؤثر برای کاهش کود شیمیایی ازت بدون کاهش عملکرد کلزا است. در مقایسه با کاربرد معمولی نیتروژن به عنوان کود پایه، کاربرد اوره کنترل شده باعث رشد کلزا، و در نتیجه افزایش ۱/۷٪ - ۷/۱۹٪ عملکرد و ۲/۱۲٪ - ۷/۱۷۷٪ بازده بازبایی مواد مغذی را افزایش می‌دهد (Wang, 2012).

علاوه بر این، چندین کود تخصصی برای کلزا با مواد مغذی متعدد و اثر ماندگاری ایجاد شده است و همچنین عملکرد کلزا را بهبود بخشیده است (Li et al., 2011). ترکیب باقی مانده تلفیقی روش عملی دیگری برای کاهش استفاده از کودها و بهبود باروری اراضی کشاورزی در سراسر جهان است (Hu et al., 2012). تحت سیستم چرخش کلزا برنج، بقایای کاه در تولید برنج نقش دارد و تعداد دانه ها را در خوشه برنج افزایش می دهد (Liu et al., 2014). در آینده، ترکیب بقایای کاه به یک روش مهم در مدل تولید کلزا مکانیزه تبدیل می شود. مطالعه بیش تر در مورد افزایش همزمان راندمان استفاده و کاهش هزینه کودهای کنترل شده مورد نیاز است. علاوه بر این، تسریع در تجزیه و تحلیل کارآمد باقیمانده های کاه کلزا سزاوار توجه است.

## تجارب کشور هندوستان

کلزا از محصولات عمده زراعی روغنی در هند است. آن ها مساحت ۶ میلیون هکتار را اشغال کرده اند و ۴/۳ درصد (۵۷/۰ میلیون تن) کل مصرف کود در سال را به خود اختصاص می دهند که این مقدار شامل ۱/۶۹ کیلوگرم در هکتار کود ازت، ۲۵ کیلوگرم در هکتار فسفر و ۹/۲ کیلوگرم در هکتار پتاسیم می باشد. کلزا تقریباً یک سوم از روغن تولید شده در هند را به حساب می آورد، و آن را به عنوان محصول کلیدی روغن دانه روغنی کشور تبدیل کرد. با توجه به فاصله بین در دسترس بودن داخلی و مصرف واقعی این روغن، هندوها مجبورند به واردات روغن های خوراکی متوسل شوند. کلزا منبع اصلی درآمد به ویژه حتی برای کشاورزان حاشیه ای و کوچک در مناطق دیم است زیرا این محصولات عمده در مناطق کم آب و باران و منابع کشاورزی کشور کشت می شوند، سهم آن ها در امنیت معیشت کشاورزان کوچک و حاشیه ای این مناطق بسیار مهم است.

استفاده از کود بر روی کلزا در حالت آبیاری (۵/۱۱۶ کیلوگرم در هکتار) دوبرابر حالت بارانی (۳/۶۱ کیلوگرم در هکتار) است که در حالت آبیاری مقدار کود ازت ۷/۸۱، فسفر ۴/۳۰ و پتاسیم ۳/۴ کیلوگرم در هکتار و در حالت بارانی مقدار کود ازت ۹/۴۵، فسفر ۱۵ و پتاسیم ۴/۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. سهم کلزای آبیاری شده و دیم در کل مصرف کود به ترتیب ۶/۲ و ۸/۰ درصد است. بسته INM مخصوص کلزا که در اصل همه منابع مواد مغذی گیاه را ادغام می‌کند در افزایش بهره‌وری کلزا بسیار پاسخگو است. به طور کلی، کلزا در خاک‌های درشت رشد می‌کند که از نظر مواد آلی بسیار کم است. در چنین شرایطی می‌توان از کودهای آلی برای تقویت تولید کلزا و بهبود بهره‌وری از کود استفاده کرد. لقاح متعادل حتی در مقادیر کم استفاده از کود برای حفظ باروری طولانی مدت ضروری است. تأکید کنونی بر تولید و ترویج کودهای حاوی ازت، فسفر و پتاسیم باید اصلاح شود تا چهارمین ماده مغذی مهم گیاه گوگرد را شامل شود. توصیه پتاسیم در ایالات مختلف از ۲۰ تا ۴۰ کیلوگرم  $K_2O$  در هکتار متغیر است. به طور کلی جذب گوگرد ۱۵-۹٪ از جذب ازت و مشابه یا بیش‌تر از جذب فسفر است. برای مدیریت گوگرد کارآمد، باید نرخ، منبع و زمان استفاده از برنامه گوگرد بهینه شود.

نیتروژن مهم‌ترین ماده مغذی برای کلزا است. دو عامل اصلی که کوانتومی پاسخ عملکرد به کود را تعیین می‌کنند ژنوتیپ و محیط هستند. نیاز نیتروژن محصول نیز به نوع خاک و میزان ماده آلی نیز بستگی دارد. انواع اصلاح شده کلزا برای پاسخ به کاربرد نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش شده است. در نتیجه با آزاد شدن ارقام بهبود یافته، تغییر قابل توجهی در نوع گیاه و راندمان استفاده از کود در مقایسه با ارقام سنتی رخ می‌دهد. پاسخ قابل توجهی به نیتروژن اعمال شده تا ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط دیم و تا ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط آبیاری به دست آمد.

روش‌های کاربرد نیتروژن نقش مهمی در افزایش راندمان کودهای کاربردی و همچنین عملکرد دانه کلزا دارد. به طور معمول برای اصلاح کمبود حاد مواد مغذی و برای تأمین مواد مغذی، که دارای شستشوی بیش‌تری هستند، از مواد مغذی شاخ و برگ استفاده می‌شود و در صورت استفاده بر روی خاک، تلفات فرار را کاهش می‌دهد. این شکل از مواد مغذی در شرایط دیم باران دارای محدوده‌ای است که رطوبت خاک برای حمایت از کاربرد خاک به ویژه در مراحل بعدی کافی نیست. اسپری شاخ و برگ می‌تواند منجر به صرفه جویی ۲۵ درصد ازت در کلزا شود.

فسفر معمولاً در بسیاری از خاک‌ها کم است. اگرچه مقدار زیادی فسفر توسط گروه محصولات کلزا جذب و جمع می‌شود، اما مقدار واقعی فسفر مورد نیاز در واکنش‌های متابولیکی و اجزای ساختاری سلول‌ها نسبتاً کم است. کل جذب  $P_2O_5$  تولید شده بین ۴/۱۲ تا ۷/۴۲ کیلوگرم در تن کلزا است. فسفر کافی به گیاه کلزا کمک می‌کند تا قسمت بیش‌تری از ماده خشک اضافی را درون دانه تقسیم کند. جدا از ژنوتیپ، نوع خاک و وضعیت باروری خاک، سطح نیتروژن کاربردی، پتاسیم و محیط برای رشد بهینه محصول از عواملی هستند که بر پاسخ به فسفر تأثیر می‌گذارند. در شمال هند، میزان  $P_2O_5$  بسته به در دسترس بودن رطوبت، بین ۵۰-۳۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. استفاده از SSP باید انجام شود زیرا حاوی ۱۲ درصد گوگرد است. کمبود پتاسیم ممکن است یک مشکل جدی برای مناطق رشد کلزا نباشد. پاسخ به برنامه پتاسیم به طور کلی بسیار ناچیز بوده است که  $K_2O$  در مناطق مختلف هند از ۲۰ تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار متفاوت است.

گوگرد یک جزء مهم اسیدهای آمینه ضروری است. به طور کلی، مقدار گوگرد گرفته شده برای تولید یک تن عملکرد اقتصادی (تولید اصلی) برای دانه‌های روغنی ۱۲ کیلوگرم در نظر گرفته شده است. به طور متوسط در تعدادی



از مطالعات میدانی به طور متوسط، پاسخ به کاربرد گوگرد (از نظر افزایش عملکرد بیش از بدون گوگرد) در کلزا ۳۰ درصد یا بالاتر بود. لقاح گوگرد باعث بهبود چشمگیری در پارامترهای مختلف کیفیت در سیستم گیاهان شد. کاربرد گوگرد در ترکیب با مقادیر متعادل مواد مغذی دیگر و همچنین پروتئین باعث افزایش معنی دار روغن کلزا شد (۶-۵٪) برای تصحیح کمبود گوگرد در کلزا در خاک‌های مختلف، ۴۰ کیلوگرم وزن در هکتار در اکثر شرایط مزرعه بهینه بود. افزایش عملکرد با کاربرد گوگرد از ۱۲ تا ۴۸ درصد در شرایط آبیاری بسته به گونه‌های محصول، حامل گوگرد و میزان کمبود گوگرد متغیر است. در بین منابع، استفاده از گچ باعث افزایش عملکرد دانه کلزا در مقایسه با سوپر فسفات منفرد شد. این پتانسیل در مناطق در حال پیشرفت مانند کارآیی مواد مغذی و مصرف آب، تعامل مواد مغذی، نقش مواد مغذی ریز، رابطه نزول منبع و اصلاح مکانیسم‌های پارتیشن سازنده در تحقیقات کلزا در سازمان‌های مختلف تحقیقاتی کشور در دست اقدام است.

علاوه بر پیشرفت در زمینه‌های تحقیقات معمولی و پیشرفته محصولات زراعی، برخی از رویکردهای غیر متعارف، که می‌تواند در کشت کلزا نیز اتخاذ شود، توسط سیستم تحقیقاتی نیز گرفته شده است. آن‌ها شامل استفاده از میکروارگانیسم‌های مؤثر، استفاده از PGPR ها، ضد ترشح کننده‌ها و هورمون‌های رشد گیاه و غیره می‌شوند. از منظر مناسب، راه‌های زیادی برای افزایش عملکرد بیش‌تر در کلزا وجود دارد به شرط آنکه با دقت زیاد مورد کاوش قرار گیرند. سطح پایین بهره‌وری موجود پتانسیل گسترده‌ای را برای پیشرفت در بهبود محصول از طریق استفاده از یافته‌های تحقیق فراهم می‌کند. برای هند، دستیابی به خودکفایی در روغن‌های خوراکی در صورتی امکان‌پذیر است که پتانسیل تولید محصولات زراعی روغنی سالانه از طریق فن‌آوری‌های پیشرفته و انتقال به موقع آن‌ها به کشت کننده‌های روغنی مهار شود.



## تجارب کشور نپال

محصولات زراعی روغنی، سومین محصول مهم نپال بعد از غلات و حبوبات هستند. کلزا ۸۰٪ از کل منطقه را در بین محصولات روغنی اشغال می کند (Ghimire, 2001). که نشان دهنده پذیرش گسترده روغن کلزا توسط مردم نپال به منظور پخت و پز است. همانطور که از مناطق مختلف کشور گزارش شده، بازده کلزا سال هاست رو به کاهش است (Shrivastav and Neupane, 1998). نپال که تا اوایل دهه هفتاد به عنوان کشور صادرکننده روغنی بوده است، به یک کشور واردکننده روغن خوراکی تبدیل شده است. نیتروژن و گوگرد عوامل محدودکننده عملکرد برای تولید کلزا در خاک لومی شنی نپال هستند. ازت و گوگرد محدودترین عامل برای تولید کلزا هستند. کاهش مواد آلی در خاک، استفاده از کود تک درجه ای به مقدار کم، کمبود مواد مغذی (به ویژه S، N و B) به عنوان عامل اصلی کاهش کلزا در نپال شناخته شده است (Rijal, 2001).

## تجارب کشور فرانسه

HAL یک آرشیو دسترسی آزاد چند منظوره برای واریز و نشر اسناد تحقیقات علمی است، چه منتشر شود یا نشود. این اسناد ممکن است از مؤسسات آموزشی و پژوهشی در فرانسه یا خارج از کشور یا مراکز تحقیقاتی دولتی یا خصوصی تهیه شود. در فرانسه کوددهی نیتروژن معدنی باعث بهبود عملکرد محصول در طی یک قرن گذشته بوده اما همچنین باعث آلودگی هوا و آب شده است. بنابراین، کاهش ورودی های نیتروژن و حفظ بازده بالا برای اطمینان از کشاورزی پایدار ضروری است، از این رو بهبود راندمان مصرف نیتروژن<sup>۱</sup> محصولات زراعی مورد نیاز است. در قرن گذشته، اختراع و به روزرسانی فرایند Haber-Bosch برای تولید کودهای

1. NUE

ازت و کاربرد این کودها در کشاورزی مدرن در دستیابی به سطح بالای بازده که در تولید کشاورزی امروزی امکان پذیر است بسیار مهم بوده است. با این حال، تأثیر کودهای ازت بر محیط زیست همیشه مثبت نبوده است (تیلمن و همکاران ۲۰۰۲). مقادیر ازت هنگام برداشت محصولات کشاورزی از طریق رواناب، شسته شدن نیترات یا به عنوان اکسید نیتروژن یا آمونیاک فرار، از مزارع خارج نشده و باعث ایجاد آسیب محیطی می‌شوند (Billen et al., 2013). علاوه بر این، تولید کود معدنی به خودی خود به انرژی فسیلی وابسته است و منجر به انتشار گازهای گلخانه‌ای اضافی و افزایش هزینه‌های کود می‌شود. در دو دهه اخیر، به‌ویژه در کشورهای غربی اروپای جنوبی، افزایش کلی عملکرد محصول از ورودی‌های کود ازت به‌طور جزئی جدا شده است (Conant et al. 2013؛ Lassaletta et al. 2014) و افزایش در لقاح ازت منجر به افزایش نسبتاً کم عملکرد دانه شده است.

افزایش سطح جمعیت و مصرف سرانه برای دستیابی به تقاضای مواد غذایی و غیرغذایی نیاز به افزایش قابل توجهی در تولید دارد، اما چنین سودهایی بر محیط زیست نیز تأثیر خواهد گذاشت (تیلمن و همکاران ۲۰۰۲). بنابراین، کاهش ورودی ازت در حالی که سطح بالای عملکرد دانه را حفظ می‌کند، برای اطمینان از کشاورزی پایدار در آینده ضروری است. تعریف اساسی NUE توسط مول و همکاران ارائه شد. (۱۹۸۲) UENUE عملکرد دانه‌ای است که به ازای هر واحد از ازت موجود در دسترس تولید می‌شود. کل NUE ممکن است به دو جزء تقسیم شود: (۱) راندمان جذب نیتروژن<sup>۱</sup>، که توانایی گیاه را برای جذب ازت از خاک توصیف می‌کند و (۲) راندمان استفاده از نیتروژن<sup>۲</sup>، توانایی استفاده از ازت جذب شده برای تولید دانه (Moll et al. 1982). در سطح گیاه، راندمان

---

1. NUpE

2. NUtE

جذب نیتروژن اثرات صفتی مانند مورفولوژی ریشه و فعالیت حمل و نقل را در بر می گیرد، در حالی که راندمان استفاده ازت نتیجه تمام فرایندهایی است که به ظرفیت گیاه برای جذب و انتقال مجدد ازت در دانه ها کمک می کند که به آن راندمان انتقال مجدد نیتروژن گفته می شود؛ (ماسکلوکس-داورز و همکاران ۲۰۱۰). بازده مصرف نیتروژن زراعی می تواند به عنوان افزایش مستقیم عملکرد بذر در واحد اضافی کود ازت در نظر گرفته شود (Good et al., 2004; Rathke et al., 2006).

در اتحادیه اروپا، فرانسه (۴۳/۱ متر هکتار) جزو کشورهایی است که بزرگترین منطقه تولید کلزای روغنی را دارند (Food and Agriculture Organization, 2013). با این حال، تولید کلزا در مقایسه با سایر محصولات زراعی، به ویژه ورودی های ازت، به ورودی های بالایی احتیاج دارد (Rathke et al., 2005). در واقع، با وجود ظرفیت جذب ازت در خاک در طول پاییز که امکان استفاده از آن را به عنوان یک محصول زراعی فراهم می کند، کلزا اغلب به عنوان یک محصول با راندمان ضعیف و تولید بذر کم در واحد تولیدی توصیف می شود که تقریباً نصف آن برای غلات است (Sylvester-Bradley and Kindred 2009). بهبود عملکرد دانه در زیر سطح تغذیه ای کم ازت گامی اساسی در جهت بهبود NUE است (Good et al., 2004) و تخمین عملکرد تحت رژیم های مختلف ازت می تواند به عنوان شاخص NUE جهانی استفاده شود. نتایج اخیر (Miersch 2014) حاکی از آن است که استفاده از هیبریدهایی که دارای عادت رشد نیم کره ای هستند ممکن است یک راهکار مؤثر برای افزایش NUE در کلزا بذر روغنی باشد. مطالعات متعددی گزارش داده اند که کارایی مصرف نیتروژن با کارایی جذب نیتروژن با محدود کردن نیتروژن تحت محدود کردن لقاح نیتروژن در شرایط مزرعه بیش تر ارتباط دارد (Berry et al., 2010; Schulte et al., 2011; Nyikako et al., 2014; Miersch, 2014). اگرچه کام و همکاران (۲۰۰۵) پیشنهاد کردند که راندمان جذب نیتروژن از کلزا

در درجه اول با رشد ریشه تعیین می شود تا میزان جذب ازت در واحد سطح ریشه. این ویژگی دوم هنوز هم نباید مورد غفلت واقع شود. تغییر ژنتیکی در فعالیت حمل و نقل های مختلف نیترات و آمونیوم، که ازت را در غشاء حرکت می دهند، می تواند برای راندمان جذب نیتروژن در کلزا مربوط باشد (Schulte auf'm Erley et al., 2007) و باید بیش تر مورد بررسی قرار گیرد (بررسی شده در Xu et al. 2012).

## منابع

احمدی، م. و ف. جاویدفر. ۱۳۷۷. تغذیه گیاه روغنی کلزا. شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه های روغنی، تهران.

خادمی، ز.، ح. رضایی، م. ج. ملکوتی و پ. مهاجر میلانی. ۱۳۷۹. تغذیه بهینه کلزا گامی مؤثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت روغن (توصیه کودی برای تولیدکنندگان کلزا در خاک های کشور). نشریه شماره ۱۴۲، نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

ملکوتی، م. ج. و ح. رضائی. ۱۳۸۰. نقش گوگرد، کلسیم و منیزیم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

مهاجر میلانی، پ. ۱۳۷۸. تأثیر شوری آب و خاک بر نیاز نیتروژن و پتاسیم در گندم. نشریه فنی شماره ۱۰۵۴، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

میرزاپور، م. ه. ۱۳۸۸. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر رشد و عملکرد ارقام کلزا در شرایط شور استان قم. گزارش نهایی، نشریه شماره ۱۴۳۹، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

- Ahmadi, M. and M. J. Bahrani. 2006. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. American- Eurasian J. Agric. And Environ. Sci. 5(6): 755- 791.

- Al-Barrak KM (2006). Irrigation interval and nitrogen level effects on growth and yield of canola (Rape seed napus L.). Basic Appl Sci 7(1): 87-103.

- Alberta Agriculture (1980) Irrigated oilseed rape production. Agdex No. 149/561-1. Edmonton, Alberta: Alberta Agriculture.

- Amanullah AZ, Khan A, Jan Z, Shah B, Ahmad SK, Khalil A, Ali, Hidayatullah F, Ahmad & Nawaz A (2013). Foliar application of nitrogen at different growth stages influence the phonology, growth and yield maize (*Zea mays* L.). *Soil Environ* 32(2): 135-140.

- Bauder, J.W. (2006). The right strategy for irrigating your canola crop. .shtml 4 pp.

- Berry PM, Spink J, Foulkes MJ, White PJ (2010) The physiological basis of genotypic differences in nitrogen use efficiency in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crop Res* 119(2–3):365–373. doi:10. 1016/j.fcr.2010.08.004.

- Billen G, Garnier J, Lassaletta L (2013) The nitrogen cascade from agricultural soils to the sea: modelling nitrogen transfers at regional watershed and global scales. *Philos Trans R Soc Lond B BiolSci* 368(1621):20130123.doi:10.1098/rstb.2013.0123.

Bilsborrow, P.E., E.J. Evans, and F.J. Zhao. 1993. The influence of spring nitrogen on yield, yield components and glucosinolate content of autumn sown oilseed rape. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 120:219-224.

Chamorro, A.M., L.N. Tamagno, R. Bezus, and S.J. Sarandon. 2002. Nitrogen accumulation, partition, and nitrogen-use efficiency in canola under different nitrogen availabilities. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 33:493-504.

Cheema, M.A., M.A. Malik, A. Hussain, S.H. Shah, and S.M.A. Basra. 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growht and seed and oil yields of canola (*Brassica napus* L.) *J. Agron. Crop Sci.* 186:103-110.

Conant RT, Berdanier AB, Grace PR (2013) Patterns and trends in

nitrogen use and nitrogen recovery efficiency in world agriculture. *Glob Biogeochem Cycles* 27(2):558–566. doi:10.1002/gbc.20053.

- Fanaei, H.R., Galavi, M., Kafi, M. and Ghaari Bonjar, A. (2009). Amelioration of water stress by potassium fertilizer in two oilseed species. *International Journal of Plant Production* 3 (2): 41-54.

- Farooq, M., A. Wahid. N. Kobatashi, D. Fujita and S. M. A. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron. Sustain. Dev.* 29: 185-212.

- Fathi G, Saeidi AB, Siadat SA & Ebrahimpour F (2002). Effect of different levels of nitrogen fertilizer and plant density on seed yield of Colza cv. PF 7045 under Khuzestan province conditions. *Sci J Agric Ahwaz (Iran)* 25: 43-58.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013) FAOSTAT.

- Ghimire TB. Technical Publication Thesis Grants. National Agricultural Research and Development Fund, Nepal. 2001; 18 pp.

- Good AG, Shrawat AK, Muench DG (2004) Can less yield more Is reducing nutrient input into the environment compatible with maintaining crop production *Trends Plant Sci* 9(12):597–605. doi:10.1016/j.tplants.2004.10.008

- Grant, C.A., and L.D. Bailey. 1993. Fertility management in canola production. *Can. J. Plant Sci.* 73:651-670.

- H.X. Hu, Y. Cheng, Y.H. Ma, X.S. Yu, J.X. Xiang, Decomposition characteristics of returned rapeseed straw in soil and effects on soil fertility, *Chin. J. Eco-Agric.* 20 (2012) 297–302 (in Chinese with English abstract).



<http://dordipour.blogfa.com/post/63>

<https://www.poolnews.ir/fa/news/228478>

- KamhM, Wiesler F, Ulas A, HorstWJ (2005) Root growth and N-uptake activity of oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars differing in nitrogen efficiency. *J Plant Nutr Soil Sci* 168:130–137. doi:10. 1002/jpln.200421453.

- Kardgar V, Delkhoshb B, Noormohammadi G, & Shiraniradd AH (2010). Effects of nitrogen and plant density on yield of field mustard (*Rape seed campestris* L.). *J of plant Ecophys* 2:157-164.

- Kumar, A., D.P. Singh, S. Bikram, and Y. Yashpal. 2001. Effects of nitrogen application and partitioning of biomass, seed yield and harvest index in contrasting genotype of oilseed brassicas. *Ind. J. Agron.* 46:528- 532.

- Kutcher HR, Malhi SS, & Gill KS (2005). Topography and management of nitrogen and fungicide affects diseases and productivity of canola. *Agron J* 97(2): 533-541.

- L.H. Xie, C.B. Yu, X.J. Hu, Y.S. Li, X. Liao, S.J. Zhang, H. He, Y.G. Cheng, Z.J. Zhang, X.S. Liao, Z. Che, Optimum application rates and influence of nitrogen, phosphorus and potassium on yield of high density and direct seeding rapeseed, *Chin. J. Oil Crop Sci.* 35 (2013) 64–68 (in Chinese with English abstract).

- L.L. Liu, W.H. Wang, R.R. Zhou, The effect of rapeseed straw turnover on rice production in season, *World J. For.* 4 (2014) 1–6.

- Lassaletta L, Billen G, Grizzetti B, Anglade J, Garnier J (2014) 50 year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems: the relationship between yield and nitrogen input to cropland. *Environ Res Lett* 9(10):105011. doi:10.1088/1748-9326/9/10/105011.

- M.M. Zheng, H. Zheng, Y.X. Wu, Y. Xiao, Y.H. Du, W.H. Xu, F. Lu, X.K. Wang, Z.Y. Ouyang, Changes in nitrogen budget and potential risk to the environment over 20 years (1990–2010) in the agroecosystems of the Haihe Basin, China, *J. Environ. Sci.* 28 (2015) 195–202.
- Masclaux-Daubresse C, Daniel-Vedele F, Dechorgnat J, Chardon F, Gaufichon L, Suzuki A (2010) Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. *Ann Bot* 105(7):1141–1157. doi:10.1093/aob/mcq028.
- Masoud Sinaki, M.J., Majidi Heravan, E., Shirani Rad, H., Noormohammadi, G. and Zare, G.H. (2007). The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus*, L.). *Am-Euras. J. Agric. Environ. Sci.*, 2: 417-422.
- Miersch S (2014) Nitrogen efficiency in semi-dwarf and normal hybrids of oilseed rape. Faculty of Agricultural Sciences, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen
- MNFS&R (2011-12). Ministry of National Food Security and Res, Eco Wing, Govt. of Pak, Islamabad.
- Moll RH, Kamprath EJ, Jackson WA (1982) Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agron J* 74:562–564. doi:10.2134/agronj1982.00021962007400030037x
- N. Gruber, J.N. Galloway, An earth-system perspective of the global nitrogen cycle, *Nature* 451 (2008) 293–296.
- N. Ma, Y.C. Li, Q. Hu, J. Li, G.M. Li, C.L. Zhang, Research of agronomic techniques for mechanical production of winter rape (*Brassica napus* L.) in south China, *Chin. J. Oil Crop Sci.* 32(2010) 451–456 (in Chinese with English abstract).

- Nemeth T, Máthé Gáspár G, Radimsky L & Gyori Z (2009). Nitrogen and sulfur content of canola grown on a calcareous chernozem soil. *Communi in Soil Sci and Plant Analy* 40 (1-6): 825-834.

- Norton, R. 2013. Canola technology update for growers and advisors. International Plant Nutrition Institute.

- Nyikako J, Schierholt A, Kessel B, Becker HC (2014) Genetic variation in nitrogen uptake and utilization efficiency in a segregating DH population of winter oilseed rape. *Euphytica* 199(1-2):3-11. doi: 10.1007/s10681-014-1201-6.

- Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *Eur. J. Agron.* 19:453-463.

- Ozturk, O., and F. Akinerdem. 2000. Bazı kısıklık kolza cesitlerinde farklı ekim zamanı ve sıra arası uygulamalarının verim ve kalite uzerine etkisi. *Selcuk Univ. Ziraat Fakultesi Dergisi* 14:93-110.

- Qayyum, S.M., A.A. Kakar, and M.A. Naz. 1998. Influence of nitrogen levels on the growth and yield of rape (*Brassica napus* L.) *Sarhad J. Agric.* 15:263-268.

- Rabiee M, Kavooosi M & Kehal PT (2012). Effect of nitrogen fertilizer levels and their application time on yield and some agronomic traits of rapeseed (cv. Hyola 401) in winter cultivation in Gulian. *J of Sci and Tec of Agri and Natural Res* 15 (58): 199-212.

- Rathke GW, Behrens T, DiepenbrockW(2006) Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Agric Ecosyst Environ* 117(2-3):80-108. doi:10.1016/j.agee.2006. 04.006

- Rathke GW, Christen O & Diepenbrock W (2005). Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Res* 94: 103-113.
- Rijal SP. Soil Fertility Decline in Nepal: Problem and Strategy. *Nepal Journal of Science and Technology*. 2001;3(1).
- Robertson, M. J. and J. F. Holland. 2004. Production risk of canola in semiarid subtropic of Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 55: 525- 538.
- Robertson, M. J., Holland, J.F. and Kirkegaard, J.A. and Smith, C. J. (2001). Simulating growth and development of canola in Australia. *Proc. 10th Intern. Rapeseed Congress, Cairns, Australia, 27-29 Sept., 2001, Internet*.
- S.P. Wang, X.K. Li, J.W. Lu, H. Li, Q.F. Wu, H. Wang, Y. Wang, G.B. Xiao, X.X. Xue, Z.W. Xu, Effects of controlled release urea application on yield, nitrogen recovery efficiency of rapeseed and soil inorganic nitrogen content, *Plant Nutr. Fertil. Sci.* 18 (2012) 1449–1456 (in Chinese with English abstract).
- Sarandon, S.J., A.M. Chamorro, L.N. Tamagno, y R. Bezus. 1996. Respuesta de la colza-canola (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* forma *annua*) a la fertilización con N a la siembra. Efecto sobre la acumulación y partición de la materia seca, el rendimiento y sus componentes. *Rev. Fac. Agron. (La Plata)* 101:179-186.
- Schulte auf'm Erley G, Behrens T, Ulas A, Wiesler F, Horst WJ (2011) Agronomic traits contributing to nitrogen efficiency of winter oilseed rape cultivars. *Field Crop Res* 124(1):114–123. doi:10.1016/j.fcr.2011.06.009.

- Schulte auf'm Erley G, Wijaya K-A, Ulas A, Becker H, Wiesler F, Horst WJ (2007) Leaf senescence and N uptake parameters as selection traits for nitrogen efficiency of oilseed rape cultivars. *Physiol Plant* 130(4):519–531. doi:10.1111/j.1399-3054.2007.00921.x

- Sheppard, S.C., and T.E. Bates. 1980. Yield and chemical composition of rape in response to nitrogen, phosphorus and potassium. *Can. J. Soil Sci.* 60:153- 162.

- Shrivastav SV, Neupane DP. Long term fertility trial of maize toria rotation at ARS, Rampur. 1998; 136–142.

- Smith, C.J., Wright, G.C. and Woodroffe, M.R. (1988). The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus*, L.) production in south-eastern Australia. II. Nitrogen accumulation and oil yield. *Irrig. Sci.* 9: 15-25.

- Sylvester-Bradley R, Kindred DR (2009) Analysing nitrogen responses of cereals to prioritize routes to the improvement of nitrogen use efficiency. *J Exp Bot* 60(7):1939–1951. doi:10.1093/jxb/erp116.

- Taylor, A.J., C.J. Smith, and I.B. Wilson. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.) *Fert. Res.* 29:249-260.

- Tilman D, Cassman KG, Matson PA, Naylor R, Polasky S (2002) Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418(6898):671–677.

- Wiesler, F., T. Behrens, und W.J. Horst. 1999. Einfluß von höhe, zeitpunkt and form der stickstoffdüngung sowie der sorte auf die ertragsbildung und die N-flächenbilanz bei winterraps. *VDLUFA-Schriftenreihe.* 52:171-174.

- X.K. Li, S.P. Wang, J.W. Lu, Z.J. Li, B. Liu, J. Zou, Application quantity of multi-nutrient and long-effect special fertilizer for rapeseed, Chin. J. Oil Crop Sci. 33 (2011) 593–597 (in Chinese with English abstract).
- X.S. Ye, J. Hong, L. Shi, F.S. Xu, Adaptability mechanism of nitrogen-efficient germplasm of natural variation to low nitrogen stress in Brassica napus, J. Plant Nutr. 33 (2010) 2028–2040.
- Xu G, Fan X, Miller A J (2012) Plant nitrogen assimilation and use efficiency. Annu Rev Plant Biol 63:153–182. doi:10.1146/annurev-arplant-042811-105532.

## یادداشت







سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران