



# خردل‌ها

سجاد کیهانی  
کارشناسی ارشد شیمی تجزیه



## چکیده

دانه خردل، گیاهی از خانواده چلیپیان (کروسیفرا) و جنس کلمیان (براسیکا) به‌عنوان دانه‌ای روغنی سرشار از پروتئین شناخته می‌شود. این گیاه بیش از ۴۰ گونه زراعی و ۴۴۰ گونه وحشی شناخته شده دارد و از خواص ضد میکروبی، امولسیون کنندگی و ضد سرطانی برخوردار است. خردل به‌عنوان افزودنی در صنایع غذایی کاربرد دارد. ایزوتیوسیونات موجود در خردل به‌عنوان یک ترکیب ضد میکروبی طبیعی از تشکیل سلول‌های سرطانی و رشد آن‌ها جلوگیری می‌کند. خردل همچنین ماده‌ای غنی از ویتامین‌های A و C و منبعی سرشار از اسیدهای چرب امگا ۳، آهن، کلسیم، روی، منگنز، پروتئین و فیبر شناخته شده است. امروزه مقدار مصرف خردل با توجه به خواص گوناگون و سودمند آن در حال افزایش است.

**کلیدواژه‌ها:** خردل، مواد غذایی، آنتی‌اکسیدان، دانه‌های روغنی

## مقدمه

اجزای ضد اکسیدان آن مانند کرسنتین، کاتچین، ویتامین C و E موجود در خردل، تشکیل هیدروژن پراکسید، سوپراکسیدها، پراکسی نیتريت‌ها را سرکوب می‌کنند و سرعت اکسایش مواد غذایی را کاهش می‌دهند

استفاده از خردل به‌عنوان فرآورده‌ای غذایی، دارای اشکالاتی است زیرا حاوی متابولیت‌هایی است که ضد تغذیه به شمار می‌آیند. با کمک فناوری‌های جدید تلاش شده است که سطح ترکیب‌های ضد تغذیه‌ای خردل را به حداقل برسانند [۸].



## خردل در فرآوری مواد غذایی

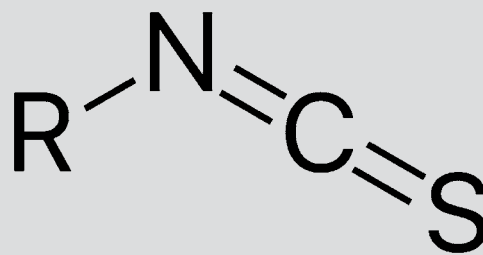
از خردل به‌عنوان افزودنی و طعم‌دهنده، امولسیون‌کننده، ماده مؤثر سطحی زیست‌تخریب‌پذیر، رنگ طبیعی و تثبیت‌کننده در صنایع غذایی استفاده می‌شود [۲،۹]. خردل با خاصیت ضد اکسایشی خود، از رشد میکروب‌ها و باکتری‌های فاسد کننده مواد غذایی جلوگیری می‌کند و ماندگاری مواد غذایی فرآوری شده را افزایش می‌دهد. اجزای ضدمیکروبی خردل شامل طیف گسترده‌ای از گلوکوزینولات‌ها و همچنین پروتئین‌هایی است که توانایی مهار رشد باکتری‌ها در مواد غذایی را دارند [۱۰]. اجزای ضد اکسیدان آن مانند کرسنتین<sup>۲</sup>، کاتچین<sup>۱</sup>، ویتامین C و E موجود در خردل، تشکیل هیدروژن پراکسید، سوپراکسیدها، پراکسی نیتريت‌ها را سرکوب می‌کنند و سرعت اکسایش مواد غذایی را کاهش می‌دهند [۱۱]. خردل در طول تاریخ برای فرآوری، طعم دادن و نگهداری انواع فرآورده‌های گوشتی شامل گوشت چرخ‌کرده، کنسرو شده و

براسییکا که خانواده متنوع و گسترده‌ای از گیاهان را تشکیل می‌دهد مواد غذایی مختلفی را برای بشر به ارمغان آورده است. خردل از جمله اعضای این خانواده و نخستین گیاهان کشت‌شده به شمار می‌رود. از بذر این گیاه، به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین ادویه‌جات یاد می‌شود و قدمت آن به بیش از ۵۰۰۰ سال می‌رسد. گیاه خردل و فرآورده‌های آن سده‌ها به‌عنوان چاشنی و روغن‌های خوراکی و صنعتی کاربرد داشته است [۲،۱]. روغن خردل معمولاً برای پخت‌وپز و افزودن طعم گرم و تند به غذا استفاده می‌شود. برگ‌های جوان و لطیف این گیاه بوی تندی مانند سیر دارند که افزودن خردل شده آن به سالاد معمول است. خردل ادرار آور است و برای ضد عفونی کردن زخم و بریدگی نیز مؤثر شناخته شده است [۳]. ویتامین A موجود در برگ‌های این گیاه، بیشتر از اسفنج،

و ویتامین C آن بیشتر از پرتقال است [۴]. خردل سفید یا خردل زرد، شناخته شده‌ترین خردل در اروپاست که نخستین بار در حدود ۴۰۰ سال پیش از میلاد استفاده شد. بذر این گیاه خاصیت ضد عفونی‌کنندگی فراوانی دارد و به‌عنوان نگهدارنده در غذاها استفاده می‌شود. بخور این گیاه برای درمان سرماخوردگی، سرفه و گلودرد سودمند است [۵].

## ترکیب‌های شیمیایی

آلیل ایزوتیوسیانات، ۴-هیدروکسی بنزیل ایزوتیوسیانات و هیدروکسی بنزیل ایزوتیوسیانات موجود در خردل، با تحریک گیرنده‌های خاص خود، در بدن باعث ایجاد حس تندی و گرم شدن می‌شوند. فنیل ایزوتیوسیانات، بنزیل ایزوتیوسیانات و سولفورافان تندی نسبتاً کمتری دارند. گروه سولفو کسید موجود در سولفورافان  $(\text{CH}_3\text{-SO-(CH}_2\text{)}_4\text{-N=C=S})$  از دیدگاه ساختاری، شبیه یک گروه تیول (R-S-H) است که بوی پیاز یا سیر ماندنی در غذا تولید می‌کند [۷،۶].



پروتئین‌های قابل هضم بیشتری نسبت به دیگر منابع پروتئینی مشتق شده از گیاهان برخوردار است [۱۴]. با این حال، درصد آرژنین در کنجاله خردل بسیار کم است. برای رفع این کاستی، آن را با کنجاله سویا که حاوی مقادیر بالایی آرژنین است مخلوط می‌کنند [۹].

### اصلاح، تقویت و پالایش خاک

پس از استخراج روغن از دانه‌های خردل، از مواد باقی‌مانده برای تأمین مواد مغذی ارزشمند خاک استفاده می‌شود. این روش کم‌هزینه با کمترین سمیت، به‌ویژه برای کشورهای در حال توسعه، جذاب است. این ماده به دلیل نسبت کربن به نیتروژن مطلوب و همچنین مواد مغذی ضروری و یون‌های کمیابی چون فسفر، پتاسیم، منیزیم، گوگرد، روی، منگنز و مس، منبع غذایی باکیفیتی را برای خاک فراهم می‌کند [۱۵]. استفاده از خردل به‌عنوان کود شیمیایی می‌تواند به رشد سریع ریشه و سلامت کلی گیاه کمک کند.

بنابر پژوهش‌ها، خردل با توانایی که در جذب فلزهای همچون کادمیم، نیکل، سرب و روی از خاک نشان می‌دهد، در گیاه‌پالایی مؤثر شناخته‌شده است [۱۶].

### کاربردهای درمانی

در گذشته از این گیاه برای درمان بیماری‌ها استفاده می‌شد. استفاده از خردل در طب سنتی به ویژگی‌های ضد میکروبی، ضد دیابت، ضد درد و ... آن تکیه دارد. خردل ادرارآور است و در رفع کمبود ویتامین C، درمان سرماخوردگی و آنفولانزا، آب‌روارید، تنگی نفس اثربخش بوده است. همچنین فعالیت ضد سرطان، ضد نفوس، ضد شوره، ضد گرفتگی ماهیچه، ضد التهاب، ضداستروئید دارد. خردل ملین و اشتهاآور است و به‌عنوان پادزهر در مارگزیدگی و اختلالات پوستی نیز سودمند شناخته می‌شود [۸].



### تولید زیست‌دیزل

زیست‌دیزل‌ها سوخت زیستی سازگار با محیط‌زیست هستند که می‌توانند به‌طور مستقیم جایگزین نیازهای معمولی به گازوئیل شوند. این مواد با واکنش شیمیایی به نسبت ساده‌ای به نام «ترانس استری شدن» از روغن‌های گیاهی یا چربی‌های حیوانی تولید می‌شوند. پس از انجام این واکنش شیمیایی، روغن خردل به یک متیل استر تبدیل می‌شود و به‌عنوان یک زیست‌دیزل به کار می‌رود. در این واکنش گلیسیرین هم تولید

### اجزای ضد میکروبی خردل با حفظ طراوت گوشت، از رشد باکتری‌ها و اکسایش چربی (لیپید)ها جلوگیری می‌کنند و باعث افزایش طول عمر و پایداری فرآورده می‌شود

سوسیس یا همبرگر استفاده داشته است. کیفیت گوشت و دیگر فرآورده‌های گوشتی در نتیجه چربی کافتی (لیپولیز) ناشی از رشد ریزموجودات زنده و اکسایش چربی، کاهش می‌یابد. اجزای ضد میکروبی خردل با حفظ طراوت گوشت، از رشد باکتری‌ها و اکسایش چربی (لیپید)ها جلوگیری می‌کنند و باعث

افزایش طول عمر و پایداری فرآورده می‌شوند [۱۲]. روغن موجود در دانه خردل حاوی لیپیدهای آمفی‌فیلیک<sup>۴</sup> مانند لسیتین است که از زنجیره‌های هیدروکربنی و چربی‌دوست و یک گروه قطبی آبدوست تشکیل شده است. همین ویژگی است که باعث خاصیت امولسیون‌کنندگی خردل می‌شود، به تعلیق روغن در آب کمک می‌کند و در نتیجه آن، از جدا شدن مواد موجود در سس سالاد و سس مایونز جلوگیری می‌شود. همچنین با توانایی جذب مایع در غذا، به حفظ رطوبت گوشت‌های از پیش آماده شده، هنگام پخت و پز کمک می‌کند [۱۳].

### کاربردهای خردل به‌عنوان خوراک دام

بیشتر برگ‌های خردل پس از جمع‌آوری بذرها آن به‌عنوان علوفه و بقایای دانه به‌عنوان خوراک در صنایع دام‌پروری و آبی‌پروری استفاده می‌شوند. کنجاله خردل از آمینواسید،



می‌شود که به‌عنوان ماده اولیه در صنایع تولید صابون و لوازم آرایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سالانه درصد بالایی از بازار کلزا، به اتحادیه اروپا صادر می‌شود که ۷۰ درصد آن در تولید سوخت‌های زیستی به مصرف می‌رسد [۱۸،۱۹].

#### \* منابع

1. Nesi, N.; Delourme, R.; Brégeon, M.; Falentin, C.; Renard, M. *Comptes Rendus Biol.* 2008, 331, 763.
2. Raymer, P.L. *Trends New Crops New Uses* 2002, 1, 122.
3. Kumarasamy, Y.; Byres, M.; Cox, P.; Delazar, A.; Jaspars, M.; Nahar, L.; Shoeb, M.; Sarker, S. *Chem. Nat. Compd.* 2004, 40, 122.
4. Cavers, P.B.; Heagy, M.I.; Kokron, R.F. *J. Plant Sci.* 1979, 59, 217.
5. Garland, S. *The Complete Book of Herbs & Spices: An Illustrated Guide to Growing and Using Culinary, Aromatic, Cosmetic and Medicinal Plants*; Hodder & Stoughton (Aust) Pty Ltd., Australia, 1993.
6. Simon, J.E.; Chadwick, A.F.; Craker, L.E. *Herbs, an Indexed Bibliography, 1971-1980*; Elsevier: Chatswood, Australia, 1984.
7. Guimaraes, M.Z.; Jordt, S.-E. TRPA1: A sensory channel of many talents. In *TRP Ion Channel Function in Sensory Transduction and Cellular Signaling Cascades*; Liedtke, W., Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2006; pp. 151.
8. Rahman, M., Khatun, A., Liu, L., & Barkla, B. *J. Molecules* 2018, 23(1), 231.
9. Pedersen, A.; Baumstark, M.W.; Marckmann, P.; Gylling, H.; Sandström, B. *J. Lip. Res.* 2000, 41, 1901.
10. Nielsen, P.V.; Rios, R. *Int. J. Food Microbiol.* 2000, 60, 219.
11. Parikh, H.; Pandita, N.; Khanna, A. *Pharm. Biol.* 2015, 53, 975.
12. Shahidi, F. *Canola and Rapeseed: Production, Chemistry, Nutrition, and Processing Technology*; Springer Science & Business Media: New York, NY, USA, 1990.
13. Patterson, C. *Mustard: Protein, Mucilage and Bioactives; the Saskatchewan Mustard Development Commission: Saskatoon, SK, Canada, 2016.*
14. Glencross, B.; Hawkins, W.; Curnow, J. *Aquac. Res.* 2004, 35, 25.
15. Balesh, T.; Zapata, F.; Aune, J. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 2005, 73, 49.
16. Johnson, A.; Gunawardana, B.; Singhal, N. *Int. J. Phytomed.* 2009, 11, 215.
17. David, H. *The New Holistic Herbal*; Element Books Limited: Brisbane, Australia, 1992.
18. Mailer, R.; Colton, R.; O'Bree, B. *Quality of Australian Canola. Canola Association of Australia: WaggaWagga, Australia, 1998*; pp. 1322.
19. Seberry, D.; McCaffery, D.; Kingham, T. *Quality of Australian Canola 2016-2017*; Department of Primary Industries and Australian Oilseed Federation: Wagga Wagga, Australia, 2017.

#### دیگر کاربردها

خردل با توجه به اهمیت اقتصادی خود به‌عنوان منبع روغن پخت‌وپز با کیفیت بالا، کنجاله غنی از پروتئین و دیگر فرآورده‌های باارزش، مورد توجه بسیاری از مراکز پژوهشی در دنیا قرار گرفته است. هدف بیشتر آن‌ها افزایش سازش فرآورده با تنش‌های غیرزنده از جمله دما، خشک‌سالی و بهینه‌سازی استفاده از کودها، حشره‌کش‌ها و ... است. همچنین تحقیق برای کشف ریشه‌های ژنتیکی، ایجاد صفات‌های مختلف، بهبود کیفیت از راه پرورش هدفمند و بهینه‌سازی استفاده از فرآورده‌های زیست‌شناختی و استفاده از متابولیت‌های ثانویه خردل برای کاربردهای درمانی ادامه دارد.

#### نتیجه‌گیری

استفاده از خردل در جهان بسیار گسترده و در حال افزایش است. استفاده از این گیاه برای هدف‌های مختلف، از تأمین خوراک گرفته تا درمان می‌تواند کمک شایانی به جامعه و محیط‌زیست باشد. همچنین صادرات فرآورده‌های حاصل از گیاه خردل می‌تواند نقش مهمی در اقتصاد یک کشور داشته باشد.

#### \* پی‌نوشت‌ها

1. Brassicaceae
2. quercetin
3. catechin
4. amphiphilic