

# گلیکوآلکالوئیدها؛ سمی در سیب زمینی

محدثه دهقان  
کارشناس ارشد شیمی تجزیه  
رضا دهقان  
دانشجوی داروسازی دانشگاه علوم پزشکی مشهد



## مقدمه

گلیکوآلکالوئیدها<sup>۱</sup> گروهی از ترکیب‌های شیمیایی سمی هستند که از آلکالوئیدها مشتق می‌شوند. این مواد با غلظت زیاد در برگ‌ها، شاخه‌های نهال گیاه سیب‌زمینی و نیز در غده‌های<sup>۲</sup> سیب‌زمینی که در برابر نور قرار گرفته‌اند، وجود دارند. خوشبختانه در غده‌های طبیعی واریته‌های<sup>۳</sup> مشهور فعلی، سطح گلیکوآلکالوئیدها پایین‌تر از حد خطرناک است. واریته یکی از رده‌های طبقه‌بندی است که پایین‌تر از گونه قرار می‌گیرد. به نظر می‌رسد که عملکرد گلیکوآلکالوئیدها ممکن است به بیماری و مقاومت در برابر آفت‌ها در گیاهان وابسته باشد [۱]. هنگامی که جذب مواد سمی از حد معینی بیشتر شود، این مواد به کمک یک واکنش شیمیایی یا فعالیت‌هایی دیگر در مقیاس مولکولی، سبب ایجاد اختلال و مسمومیت در موجودات زنده می‌شوند. بیشتر گلیکوآلکالوئیدهایی که سمی هستند، در گونه‌های گیاهی سولانوم دولکامارا<sup>۴</sup> و در طبقه سولانوم<sup>۵</sup> - مانند سیب‌زمینی - یافت می‌شوند. [۲]

## چکیده

سیب‌زمینی یکی از پرمصرف‌ترین مواد غذایی به شمار می‌رود اما آیا این خوراکی متداول، سالم هم است؟ به نظر می‌رسد وجود ترکیب‌هایی به نام گلیکوآلکالوئید مصرف این گیاه را در آستانه خطر قرار می‌دهد. ترکیب‌های یاد شده می‌توانند سمیت‌های گوناگونی برای انسان داشته باشند. گرچه باید دقت کرد که این موضوع یک واژه بی‌ارزش را به وجود نیاورد و الزاما از روی بررسی باشد. در این مقاله به بررسی‌های انجام شده در این زمینه اشاره می‌شود.

کلیدواژه‌ها: مواد غذایی، گلیکوآلکالوئید، سیب‌زمینی، سولانین، آلکالوئید

## ساختار شیمیایی گلیکوآلکالوئیدها

در ساختار گلیکوآلکالوئیدها، به‌عنوان ترکیب‌های آلی مشتق شده از آلکالوئیدها، یک بخش آلکالوئیدی وجود دارد در حالی که، یک بخش قندی به آن افزوده شده است. آلکالوئیدها ترکیب‌های آلی طبیعی و اغلب، نیتروژن دار هستند و ممکن است دارای اکسیژن، گوگرد و گاهی کلر، برم و فسفر نیز باشند.

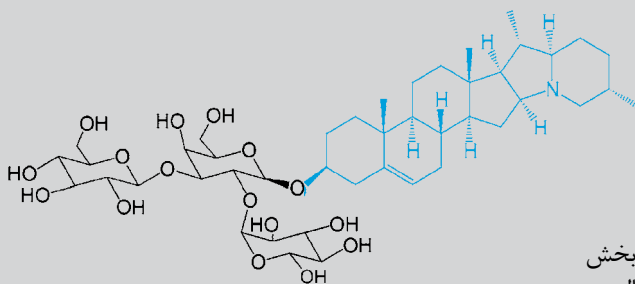
نمونه‌ای از گلیکوآلکالوئیدهای موجود در سیب‌زمینی، سولانین<sup>۲</sup> است که در بخش قندی آن قند سولانوز<sup>۱</sup> و در بخش آلکالوئیدی آن، سولانیدین<sup>۳</sup> وجود دارد. سولانیدین یک آلکالوئید استروئیدی سمی است که به‌ویژه در گیاهان خانواده سولاناسه<sup>۴</sup>، مانند سیب‌زمینی و سولانوم آمریکانوم<sup>۱</sup> وجود دارد.

بخش آلکالوئیدی یک گلیکوآلکالوئید به‌طور کلی به‌عنوان آگلیکون<sup>۱۱</sup> شناخته می‌شود. جذب گلیکوآلکالوئید به میزان ناچیزی از دستگاه گوارش صورت می‌گیرد و باعث سوزش دستگاه گوارش می‌شود. اگر در جریان فرایند جذب، بخش قندی گلیکوآلکالوئید تجزیه شود، آگلیکون جذب می‌شود که به نظر می‌رسد بر دستگاه عصبی اثرهای نامطلوب دارد. گلیکوآلکالوئیدها به‌طور معمول تلخ مزه‌اند و خوردن آن‌ها با احساس سوزش در ته دهان و زبان همراه است [۲]. شکل ۱ ساختار یک گلیکوآلکالوئید به نام آلفا سولانین را نشان می‌دهد که از قند سولانوز<sup>۱۲</sup> و آلکالوئید سولانیدین تشکیل شده است.

## گیاهان سمی

سیب‌زمینی از جمله گیاهان متعلق به تیره سولاناسه است که به بر خوردار بودن از گلیکوآلکالوئیدها مشهورند. از آنجا

بخش آگلیکون

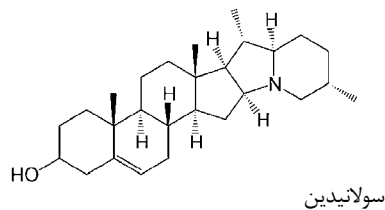


▲ شکل ۱ ساختار آلفا سولانین و بخش آگلیکون آن

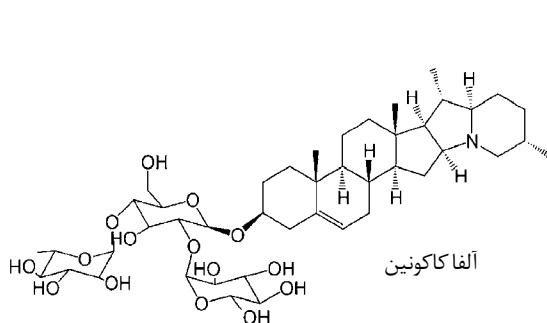
که سیب‌زمینی از جمله غذاهای اصلی بسیاری خانواده‌هاست اطمینان از سالم و بی‌خطر بودن مصرف آن، مهم و موضوع بسیاری پژوهش‌ها بوده است. از دیگر گیاهان آشنا و هم‌خانواده سیب‌زمینی - که دارای گلیکوآلکالوئید هستند - می‌توان به گوجه‌فرنگی، فلفل شیرین، تنباکو و بادمجان اشاره کرد. به هر حال سهم سیب‌زمینی از این ترکیب‌ها بیشتر از گیاهان یاد شده است. [۳]

## ترکیب‌های سمی سیب‌زمینی

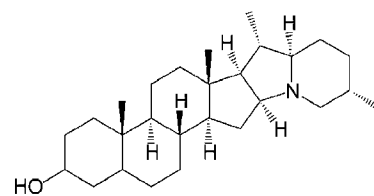
شاید مسمومیت با برگ و جوانه‌های سیب‌زمینی باور کردنی نباشد اما گزارش‌هایی در این زمینه وجود دارد که در بین آن‌ها مرگ کودکان کم‌سن و سال هم مشاهده می‌شود. از نشانه‌های عمومی مسمومیت با گلیکوآلکالوئیدها می‌توان سوزش دهان، تهوع، استفراغ و دردهای شکمی را برشمرد.



سولانیدین



آلفا کاونین



دمیسیدین

▲ شکل ۲ ساختار برخی ترکیب‌های موجود در سیب‌زمینی

۱/۷۵ میلی گرم برای هر کیلوگرم وزن بدن گزارش شده است [۸]. هنگام مسمومیت با این مواد، جایگزین کردن مایع‌های بدن، پایش وضعیت قلب و منقبض کننده‌های عروقی می‌تواند مؤثر باشد [۹]. حد مجاز کلیکوآلکالوئیدها ناشی از مصرف سیب‌زمینی در اغلب کشورها حدود ۲۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم سیب‌زمینی تازه است. البته این مقدار به‌طور معمول در سیب‌زمینی‌های مصرفی زیر ۱۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم است. حد مجاز مصرف روزانه سیب‌زمینی در انگلستان ۱۴۰، در ایالات متحده ۱۶۷ و در سوئد ۳۰۰ گرم است. این حدود به ترتیب بر مبنای محدودیت دریافت حداکثر ۲۸، ۳۳ و ۶۰ میلی گرم کلیکوآلکالوئید در روز است [۳].



▲ شکل ۳ مقدار مواد سمی در بخش‌های مختلف سیب‌زمینی متفاوت است.

### توزیع کلیکوآلکالوئیدها در گیاه

میزان کلیکوآلکالوئیدها در قسمت‌های مختلف گیاه سیب‌زمینی در جدول ۱ آمده است. بنا به جدول ۱، بیشترین مقدار کلیکوآلکالوئید در گل و جوانه سیب‌زمینی یافت می‌شود. جالب است که زیست سنتز کلیکوآلکالوئیدها تا مدت‌ها پس از برداشت فرآورده، در گیاه ادامه می‌یابد. نور، گرما، جوانه زدن و ضربه مکانیکی می‌توانند منجر به افزایش این ترکیب‌ها شوند اما رطوبت مقدار آن‌ها را کاهش می‌دهد. طعم این گونه مواد با سوزش دهان و گلو شناخته می‌شود.

◀ جدول ۱ مقدار کلیکوآلکالوئیدها در بخش‌های سیب‌زمینی (برحسب mg در هر kg از آن)

بخش‌های گیاه	مقدار کلیکوآلکالوئید
ریشه	۱۸۰ - ۴۰۰
ساقه	۲۳ - ۳۳
برگ	۵۵۰ - ۶۱۰
گل	۲۱۵۰ - ۴۱۶۰
میوه	۴۲۰
جوانه	۱۹۵۰
پوست	۳۰۰ - ۶۴۰
مغز میوه	۱۲ - ۱۰۰

بیشتر ترکیب‌های موجود در سیب‌زمینی، از جمله سولانین، سولانیدین، دمیسیدین<sup>۱۳</sup> و آلفا کاکونین<sup>۱۴</sup> می‌توانند آنزیم کولین‌استراز را مهار کنند. کولین‌استراز بر یکی از پیام‌رسان‌های عصبی به نام استیل کولین در فضاهای سیناپسی، اثر بازدارنده دارد. استیل کولین پیام‌های مختلفی را بین سلول‌های عصبی منتقل می‌کند. مهار شدن کولین‌استراز به معنای افزایش استیل کولین است که در ساده‌ترین حالت به یک انقباض کزازی در ماهیچه‌های اسکلتی می‌انجامد. البته افزایش استیل کولین ناشی از این اثر کلیکوآلکالوئیدها، هنوز به‌طور معنادار ثابت نشده است.

آلفاکاکونین یکی از ترکیب‌هایی است که می‌تواند غشای سلولی را متلاشی کند. از سوی دیگر، آلفاسولانین و آلفاتوماتین<sup>۱۵</sup> توانایی برقراری پیوند با استرول‌ها، از جمله کلسترول را دارند. بنا به بررسی‌های جانوری، این ترکیب‌ها سبب آسیب به کبد و کلیه در تزیقات وریدی نیز شده‌اند.

سطح سمی کلیکوآلکالوئیدها، ۱ تا ۲ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم بدن تعیین شده است [۴]. گفته می‌شود که حدود ۲/۵ گرم آلفا سولانین برای کشتن یک انسان کافی است. بر این اساس احتمالاً ۱/۵ کیلوگرم جوانه سیب‌زمینی کافی است تا به مرگ یک انسان بینجامد [۵]. البته بنا به بررسی‌های محدود انسانی، آلفالوئیدهای سیب‌زمینی تا مقدار ۱/۲۵ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، از خود سمیت نشان نداده‌اند [۶]. به نظر می‌رسد کلیکوآلکالوئیدها توانایی شدت بخشیدن به ناراحتی‌های گوارشی همچون سندرم روده تحریک پذیر<sup>۱۶</sup> را هم دارند [۷]. دوز کشنده توماتین موجود در گوجه‌فرنگی در موش ۵۰۰ میلی گرم برای هر کیلوگرم وزن بدن و مقدار کشنده بادمجان،

## بیشتر ترکیب‌های موجود در سیب زمینی، از جمله سولانین، سولانیدین، دمیسیدین و آلفا کونین می‌توانند آنزیم کولین استراز را مهار کنند

### کلام پایانی

از آنچه گفته شد نباید چنین نتیجه گرفت که گلیکوآلکالوئیدها فقط موادی زبان‌آورند چنان‌که به تازگی اثرها و کاربردهای سودمند از خود نشان داده‌اند. دانشمندان در حال بررسی روی بسیاری از کاربردهای این مواد هستند که از آن جمله می‌توان اثرهای ضد میکروبی در برابر قارچ‌ها و ویروس‌ها و نیز اثرهای ضد سرطانی را برشمرد. [۱۲، ۱۳، ۱۴]

در مجموع، این ترکیب‌ها در مقدار مصرف معمول روزانه، سمیتی ندارند [۵]. با این حال برخی منابع، تأیید این ادعا را نیازمند بررسی‌های بلندمدت می‌دانند [۱۵]. هم‌اکنون سازمان غذا و دارو در بسیاری از کشورها با محدودیت‌هایی، مصرف میوه‌های حاوی گلیکوآلکالوئیدها را در مقدار معمول کاملاً بی‌خطر اعلام کرده‌است. [۳]

### \* پی‌نوشت‌ها

1. glycoalkaloid 2. tube rs 3. variety 4. solanum dulcamara 5. solanum
6. solanine 7. solanose 8. solanidine 9. solanaceae
10. solanum americanum 11. aglycone 12. solatriose 13. demissine
14. a-chaconine 15. a-tomatine 16. IBS

### \* منابع

1. Jellis, G.J.; Richardson, D.E. The production of new potato varieties: technological advances. Cambridge University Press; 1987. Aug 28.
2. Glycoalkaloid. en.wikipedia.org/wiki/Glycoalkaloid: Anonymous; 2018 [updated 2 December 2017, at 13:41 (UTC)] accessed at 6 Jul 2018.
3. Friedman, M.; McDonald, G.M.; Filadelfi-Keszi, M. *Reviews in Plant Sciences*, 1997, Jan. 1; 16(1):55.
4. Friedman, M. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006, Nov. 15; 54(23):8655.
5. Shaw, I. Natural Toxins in Food. Is it Safe to Eat? Enjoy Eating and Minimize Food Risks. 2005:121-48.
6. Mensinga TT, Sips AJ, Rempelberg CJ, van Twillert K, Meulenbelt J, van den Top HJ, van Egmond HP. Potato glycoalkaloids and adverse effects in humans: an ascending dose study. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2005 Feb 1; 41(1):66-72.
7. Patel, B.; Schutte, R.; Sporns, P.; Doyle, J.; Jewel, L.; Fedorak, R.N. *Inflammatory bowel diseases*, 2002, Sep. 1; 8(5):340.
8. How Deadly Are Nightshades? www.diagnosisdiet.com/nightshades/. Georgia Ede MD; [updated 2016], accessed at 6 Jul 2018.
9. Barceloux, D.G. *Disease-a-month*, 2009, Jun. 1; 55(6):391.
10. Cantwell, M. *Perishables handling newsletter*, 1996, Aug. 87:26.
11. Maga, J.A. *Food Reviews International*, 1994, Nov. 1; 10(4):385.
12. Cham, B.E.; Gilliver, M.; Wilson, L. *Planta medica*, 1987, Feb. 53(01):34.
13. Thorne, H.V.; Clarke, G.F.; Skuce, R. *Antiviral research*, 1985, Dec. 1; 5(6):335.
14. Cipollini, M.L.; Levey, D.J. *Ecology*, 1997, Apr. 1; 78(3):799.
15. Korpan, Y.I.; Nazarenko, E.A.; Skryshevskaya, I.V.; Martelet, C.; Jaffrezic-Renault, N.; Anna, V. *TRENDS in Biotechnology*, 2004, Mar. 1; 22(3):147.

گفته شده است که مقدار گلیکوآلکالوئیدها در اثر پختن تغییر چندانی نمی‌کند و مقدار آن‌ها حتی تا ۹۵ درصد ثابت می‌ماند. این ترکیب‌ها با سرخ کردن در روغن ۱۸۰ درجه سلسیوس هم بدون تغییر می‌مانند و اگر از همان روغن چند بار استفاده شود ممکن است این ترکیب‌ها وارد مواد غذایی دیگر شوند. از این رو نباید از روغن مصرف شده دوباره استفاده کرد. گفته شده است که این ترکیب‌ها از گیاه در برابر آفت‌ها محافظت می‌کنند. به تازگی تلاش‌هایی برای پرورش گیاهان تغییر یافته ژنتیکی - که گلیکوآلکالوئیدهای کمتری داشته باشند - انجام گرفته است [۳]. جهت پایین نگه داشتن سطح گلیکوآلکالوئیدها در سیب زمینی، نگهداری آن دور از نور، در کیسه پلاستیکی و در دمای ۷ درجه سلسیوس مؤثر به نظر می‌رسد [۱۰].

مقدار گلیکوآلکالوئیدها در گوجه‌فرنگی رسیده حدود ۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم است در حالی که این رقم برای میوه نارس به حدود ۳۳۹۰ میلی‌گرم می‌رسد. حدود ۶/۲۵ میلی‌گرم تا حداکثر ۲۰/۵۰ میلی‌گرم (بر حسب نوع گیاه) آلکالوئید در هر ۱۰۰ گرم بادمجان وجود دارد. البته منابع غیر رسمی حتی به مقدارهای بسیار کمتری نیز اشاره کرده‌اند. آلکالوئیدهای سمی، به‌ویژه مشتقات سولانین در بادمجان کمتر هستند. گویا مقدار این گلیکوآلکالوئیدها در هوای گرم و در خاک‌های نه‌چندان غنی از مواد مغذی، کمی بیشتر است. مقدار گلیکوآلکالوئیدها در فلفل نیز به حدود ۱۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم می‌رسد [۱۱].



▲ شکل ۴ مقدار ترکیب‌های سمی در سیب زمینی‌های سبز و آسیب‌دیده به‌ویژه در جوانه‌های آن بیشتر است.