پنبه‌دانه، فراورده‌ای با خواص دوگانه

احسان روستایی
دانشجوی دکترای شیمی آلی دانشگاه مازندران و معلم شیمی چمستان

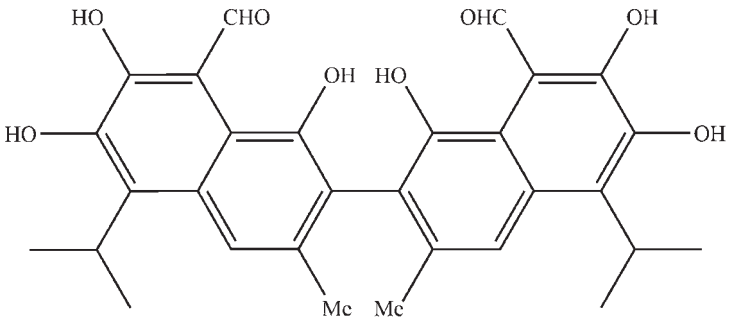
چکیده
با توجه به رشـــد جمعیت و افزایش تقاضا برای مواد غذایی و گران بودن پروتئین‌های جانوری، استفاده از فراورده‌های فرعی منابـــع گیاهی مورد توجه قرار گرفته کـــه پنبه‌دانه از آن جمله اســـت. پنبه‌دانـــه ۲۶ درصد چربی و کنجاله حاصـــل از فرایند روغن‌کشی آن، ۴۵ درصد پروتئین دارد اما مشکل مهم پنبه‌دانه وجود ترکیبی سمی به نام گاسیپول در مغز آن است.

کلیدواژه‌ها: گاسیپول، پنبه‌دانه، پیوند هیدروژنی، پروتئین، فعالیت زیست‌شناختی

مقدمه
گاســـیپول[1] ترکیبی زرد رنگ و سمی اســـت که در اندام‌های مختلف گیاه پنبه از جمله پوســـت، ریشـــه، برگ، گل و به‌ویژه در غده‌های رنگدانه‌ای پنبه‌دانه وجـــود دارد و ۲۰ تا ۴۰ درصد وزن غده را شـــامل می‌شود. این ماده وظیفه محافظت دانه‌ها از آفت‌هایی مانند حشرات و بیماری‌ها را به عهده دارد.

گاسیپول به دو شکل آزاد و ترکیبی وجود دارد:
ـ نوع آزاد آن در دانه ســـالم و دست‌نخورده وجود دارد که در محلول استون در آب با غلظت ۷۰ درصد حل می‌شود، فعالیت زیست‌شناختی بالایی دارد و مقدار زیاد آن برای تک‌معده‌ای‌ها سمی است.
ـ گرم شدن پنبه‌دانه سبب واکنش گاسیپول با گروه‌های آمین پروتئین‌هـــا و پپتیدهای موجود در آن و تشـــکیل نوع ترکیبی گاسیپول می‌شود. گاسیپول ترکیبی در محلول آبی کلروفرم و استون نامحلول است و فعالیت زیست‌شناختی ندارد.

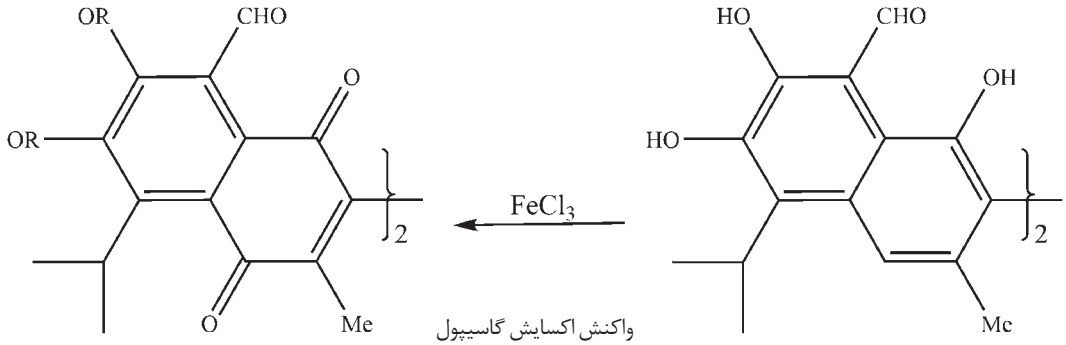
ساختار
گاســـیپول با فرمول مولکولی $C_{30}H_{30}O_8$، ترکیبی پلی‌فنولی است. در ســـاختار این ترکیب دو حلقه نفتالن وجود دارد که با یک پیوند به هم متصل هستند.



شش گروه هیدروکسیل (OH) و دو گروه آلدهیدی (CHO) در یک سمت این نفتالن دیمر شده قرار دارند و بخش آب‌دوست این مولکول را تشـــکیل می‌دهد. در ســـمت دیگر که گروه‌های آلکیلی (متیل و ایزوپروپیل) قرار دارند بخش چربی‌دوست این مولکول قرار دارد.
نام گاسیپول برای این ترکیب، از نام گیاهی ویژه[2] گرفته شده است که به مقدار زیاد در آن وجود دارد.
این مولکول به دلیل داشـــتن گروه‌های هیدروکسیل توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارد. در نتیجه از نقطه ذوب و جوش بالایی برخوردار است به‌طوری که در دمای حدود $182^{\circ}C$ ذوب می‌شود و در دمای حدود $700^{\circ}C$ به جوش می‌آید. این ترکیب می‌تواند پیوند هیدروژنی درون‌مولکولی نیز تشکیل دهد.

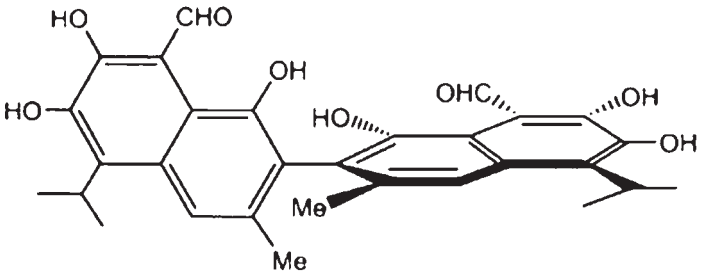
اندام‌های هدف گاسیپول
این ماده سمی روی قلب، کبد، دستگاه تناسلی، شیردان (دام) و کلیه‌ها اثر می‌گذارد اما اثرهای اولیه آن روی قلب و کبد دیده

گرم شدن پنبه‌دانه سبب واکنش گاسیپول با گروه‌های آمین پروتئین‌ها و پپتیدهای موجود در آن و تشکیل نوع ترکیبی گاسیپول می‌شود



واکنش اکسایش گاسیپول

می‌شود. در زمان تولیدمثل از بلوغ سلول‌ها جلوگیری می‌کند. چنانچه جنینی در خونی که دارای ۵ تا ۱۰ گرم گاسیپول در هر میلی‌لیتر است پرورش یابد، رشد و نمو آن مختل می‌شود. همچنین باعث بالا رفتن فشار اسمزی گلبول‌های قرمز خون و در نتیجه ترکیدگی و مرگ آن‌ها می‌شود. شایع‌ترین اثر سمی این ماده به شکل بی‌نظمی و اختلال ضربان قلب دیده می‌شود که ناشی از آزاد نشدن اکسیژن از اکسی‌میوگلوبین است و به مرگ جانوران می‌انجامد. البته در نشخوارکنندگان مانند گاوهای شیرده و گوسفند، گاسیپول آزاد موجود در شکمبه، به پروتئین متصل است در نتیجه سمیت آن خنثی می‌شود و مشکلی به وجود نمی‌آورد.



شکل ۱ پیوند بین دو گروه نفتالن می‌تواند چرخش کند.

اهمیت گاسیپول

از آنجا که در ساختار گاسیپول، پیوند بین دو گروه نفتالن می‌تواند چرخش کند، خواص زیست‌شناختی متفاوتی را به گاسیپول می‌دهد. این ترکیب و مشتقات آن به دلیل خواص ضدویروسی، ضدسرطان، پاداکسندگی، ضدانگل، ضدمیکروبی، ضدمالاریایی و ضدباروری در مردان مورد بررسی‌های زیادی قرار گرفته‌اند. هم‌اکنون تولید سالانه این ترکیب‌ها به ۴۰۰۰ تن در ایالات متحده می‌رسد اگرچه تنها ٤ تا ۷ درصد این مقدار را هسته پنبه‌دانه تشکیل می‌دهد.

اکسایش گاسیپول

حساس بودن شدید گاسیپول به اکسایش، شرایط را برای تولید روغن پنبه‌دانه نامطلوب می‌کند چرا که اغلب در اثر اکسایش، فراورده‌ای پررنگ‌تر از گاسیپول تشکیل می‌شود. شیمی‌دانی به نام کلارک، واکنشگرهای اکسنده ملایم‌تری ارائه داد تا گاسیپول به اجزای دیگری کاهش یابد.

نتیجه‌گیری

گاسیپول به مدت بیش از صد سال است که مورد بررسی قرار گرفته است. دوگانگی موجود در سمی بودن آن برای انسان و جانوران و نیز فعالیت‌های زیست‌شناختی منحصربه‌فرد آن به‌عنوان عامل ضدبیماری، ضد سرطان و حفظ گیاه از آفت‌ها، گاسیپول را در موقعیتی غیرعادی قرار داده است. از یک‌سو پژوهشگران به شدت تلاش می‌کنند تا فراورده‌های پنبه‌ای با کیفیت بالا و بدون سمیت تولید کنند و از سویی دیگر از ساختار، گروه‌های عاملی و فعالیت‌های زیست‌شناختی منحصربه‌فرد گاسیپول استفاده می‌کنند که آن را فراورده‌ای طبیعی با ارزش افزوده شده جلوه دهند.

*** پی‌نوشت‌ها**

1.gossypol 2.gossypium

*** منابع**

1- Withers, W.A.; Carruth,F.E., *Science* ,**1915**,41,324.
2- Marchlewski, L., *J. Prakt. Chem.* **1899**,60,84.
3- Wu, Y.-W.; Chik,C.L. ; Knazek,R.A. *Cancer Res.***1989**, 49,375.
4- Tuszynski, G.P.; Cossu, G. *Cancer Res.***1984**, 44,768.
5- Polsky, B.; Segal, S.J.; Baron,P.A.; Gold,J.W.M.; Ueno, H.; Armstrong,D. *Contraception* ,**1989**,39,579.