

کنترل جذب یون به وسیله‌ی ریشه و بستن روزنه‌ها. SA تشکیل جوانه و رشد را در کشت کالوس تنباکو (Tobacco) جلو می‌اندازد و بیوسنتز اتیلن را در کشت سوسپانسیون سلولی گلابی مهار می‌کند. همچنین SA در تولید گرما در جریان القای گل در برخی گونه‌های نهانداگان، مانند Arum lily نقش دارد. SA بسته شدن روزنه‌ها توسط آبسیزیک اسید را نیز القا می‌کند.<sup>۴</sup>

### نقش SA در پیری برگ‌ها

اطلاعات تجربی بیانگر مشارکت SA در تنظیم سیگنال بیان ژن در جریان پیری برگ گیاه Arabidopsis است. پیری برگ فرایندی پیچیده است که به وسیله‌ی سیگنال‌های محیطی و تکاملی پیچیده و بیان تعداد زیادی از ژن‌های القاشده کنترل می‌شود. فعالیت آنزیم‌هایی مثل سلولاز، پروتئاز در طی پیری و ریزش برگ‌ها افزایش می‌یابد. اتیلن نیز جدا شدن برگ را تحریک می‌کند. مشاهده شده است که در گیاهان تراژن که سطوح اتیلن آن‌ها پایین است و موتان‌هایی که به اتیلن غیرحساس هستند، پیری برگ در آن‌ها کاهش یافته است.

سیتوکینین با جلوگیری از تجزیه‌ی پروتئین‌ها باعث به تأخیر افتادن پیری برگ‌ها می‌شود. SA در بیان ژن‌های اصلی پیری نقش دارد. براساس تحقیقات انجام شده، سطح بیان ژن‌های مربوط به پیری در گیاهان اسپری شده با SA افزایش می‌یابد. اسپری کردن برگ‌های Brassica با SA باعث افزایش بیان ژن‌های پیری برگ شده است.

با اندازه‌گیری میزان SA در برگ‌های پیرو در برگ‌های سبز معلوم شده است که میزان SA در طول پیری برگ‌ها افزایش می‌یابد و این قویاً بیانگر نقش SA در پیری برگ‌هاست. بررسی‌ها نشان داده‌اند که گیاهان تراژن و موتان‌هایی که مسیر سیگنالی SA در آن‌ها ناقص است، (مثل موتان pad4 و npr1 و گیاهان تراژن NahG) علائم نکروزه شدن و پیری را نشان نمی‌دهند و این نشان‌دهنده‌ی نقش SA در القای بیان ژن پیری است، فنوتیپ‌های تیپ وحشی و موتان pad4 که در محیط کشت کنترل شده و یکسان رشد یافته‌اند، در بروز پیری برگ‌ها با هم متفاوت‌اند. در گیاه تیپ وحشی برگ‌ها پس از زرد شدن، علائم نکروزه و پیری را سریع‌تر نشان داده‌اند درحالی‌که در فنوتیپ جهش یافته برگ‌های زرد شده به همان حالت روی گیاه باقی مانده‌اند و نکروزه شدن خیلی به کندی دیده شده است که علت آن وجود نقص در سنتز SA است.<sup>۵</sup>

### تاریخچه‌ی شناخت SA

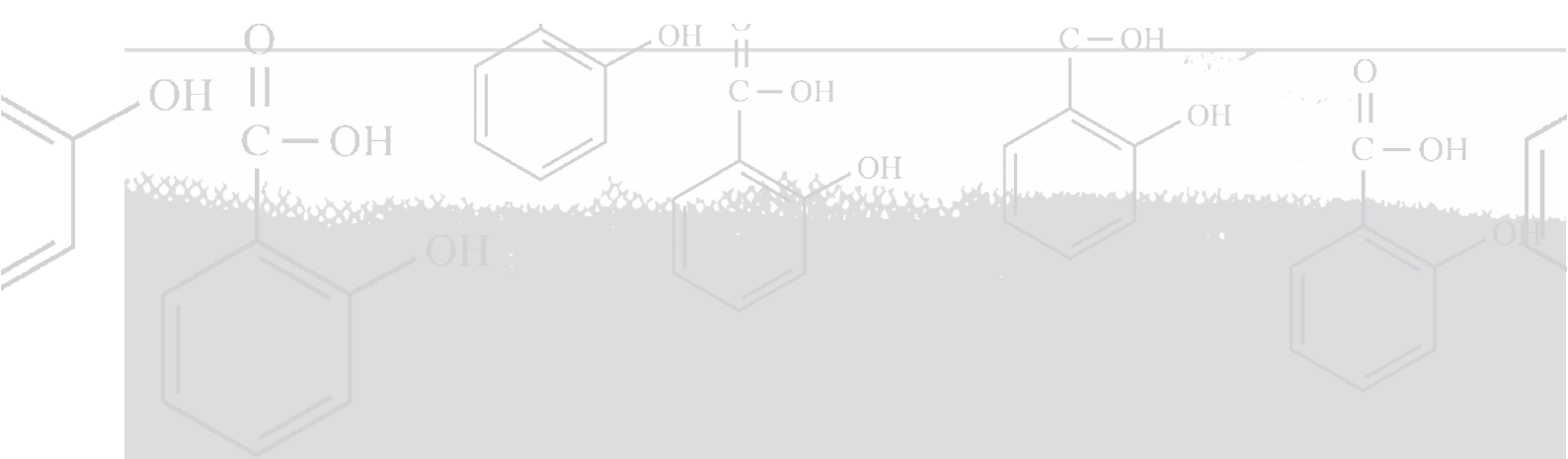
گیاهان یکی از منابع مهم داروهای طبیعی هستند. استفاده از گیاهان و عصاره‌های گیاهی برای التیام دردها از زمان‌های دور صورت می‌گرفته و در تاریخ ثبت می‌شده است. امروزه از داروهای مشتق شده از گیاهان به میزان وسیعی استفاده می‌شود.

استفاده از برگ‌ها و پوست درخت بید برای التیام دردها در چهار قرن قبل از میلاد برای افراد مسن به کار می‌رفته است. بقراط آن را برای کم کردن دردهای زایمان تجویز می‌کرد. باید متذکر شد که SA اولین بار توسط ایرانیان شناخته شده است. پزشکان سنتی ایران مبتلایان به حصه را روی برگ‌های بید می‌خوابانیدند تا تب آنها پائین بیاید. عرق بید که مانند گلاب از تقطیر جوشانده‌ی برگ بید به دست می‌آید، سردرد و تب را کاهش می‌دهد. از جوشانده‌ی برگ بید برای از بین بردن چرک و ضد عفونی کردن استفاده می‌شده است. ماده‌ی فعال درخت بید که برای مداوای دردها استفاده می‌شود، به صورت یک راز باقی مانده بود و استفاده از پوست درخت بید تا سال ۱۸۲۸ شناخته نشده بود، تا این که یوهان بوخنر<sup>۲</sup> در مونیخ روی آن کار کرد و با موفقیت مقداری از سالیسین و گلوکوزید سالیسیل الکل را که سالیسیلات غالب در پوست درخت بود، جدا کرد. بعد از آن سالیسیلات‌ها شامل سالیسیلیک اسید، متیل سالیسیلیک اسید، سالیسین (الکل سالیسیلیک اسید) و گلوکوزیدهایشان از عصاره‌های مختلف گیاهی از جمله بید استخراج شدند و SA به طور شیمیایی سنتز شد.

اصطلاح سالیسیلیک اسید از واژه‌ی لاتینی Salix- نام درخت بید- گرفته شده است. اولین تولید مشترک آن در آلمان در سال ۱۸۷۴ شروع شد. پس از آن استیل سالیسیلیک اسید (آسپرین) که خصوصیات دارویی مشابهی با SA دارد، ولی حساسیت گوارشی کم‌تر ایجاد می‌کند، جانسین SA شد. آسپرین، نام تجارتي استیل سالیسیلیک اسید، را کمپانی بایر در سال ۱۸۹۸ به کار برد و از آن پس آسپرین به یکی از پر فروش‌ترین داروهای تبدیل شد. علی‌رغم تاریخچه‌ی طولانی شناخت SA شیوه‌ی عمل آن هنوز به طور کامل شناخته نشده است.<sup>۳</sup>

### سالیسیلیک اسید و نقش آن در گیاهان

در سال‌های اخیر شواهد زیادی به دست آمده است که نشان می‌دهند SA تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک مهمی را در گیاهان برعهده دارد: فرایندهایی نظیر گرم‌زایی، گل‌زایی، تقسیم سیتوپلاسم،



رشد پس از رفع فاکتورهای تنش می‌شود. این امر در ارتباط با افزایش پرولین است. پرولین یکی از ترکیبات مهم در واکنش‌های دفاعی گیاهان در برابر تنش اسمزی است. هنگام تنش شوری و کمبود آب در دانه‌رست‌های گندم، SA باعث القای تجمع پرولین در دانه‌رست‌ها می‌شود که با دخالت آبسیزیک اسید حمایت می‌شود. در نتیجه کاهش تأثیرات زیان‌آور تنش شوری و کم‌آبی روی رشد دانه‌رست‌ها صورت می‌گیرد.

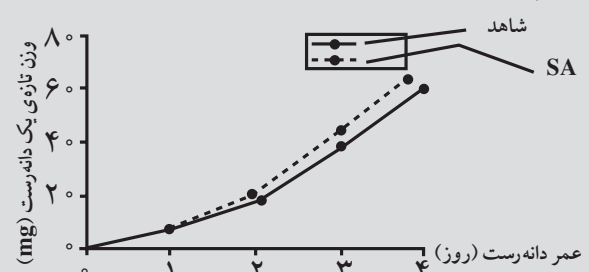
شوری باعث کاهش رشد دانه‌رست‌های گندم می‌شود، اما وقتی این دانه‌رست‌ها با SA تیمار می‌شوند در وزن تر و خشک آن‌ها افزایش مشاهده می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد SA در توسعه‌ی استراتژی‌های ضد تنش در سلول‌های گیاهی نقش داشته باشد.<sup>۶</sup> تیمار SA از اثرات شوری و کمبود آب روی رشد دانه‌رست‌ها جلوگیری می‌کند و تغییر در سطوح فیتوهورمون‌ها را در دانه‌رست‌های گندم تحت تنش شوری و کمبود آب می‌کاهد و از کاهش میزان اکسین و سیتوکینین تحت تنش شوری که باعث کاهش رشد گیاه می‌شود، جلوگیری می‌کند. عوامل نامساعد محیطی تغییرات زیادی در تعادل هورمون‌های گیاهی ایجاد می‌کنند. اما تیمار با SA از کاهش هورمون‌ها تحت تنش شوری و تنش کمبود آب جلوگیری می‌کند و جبران و از سرگیری رشد را منجر می‌شود. تیمار با SA یک افزایش در سطح آبسیزیک اسید را نشان می‌دهد که بیانگر افزایش واکنش‌های حفاظتی برای کاهش اثرات تنش شوری و تسریع میزان رشد و افزایش واکنش‌های ضد تنش می‌شود، مثل ذخیره‌ی پرولین است.<sup>۷</sup>

زیرنویس

1. Jean, Antony Buchala, Metraux. (1998). The biosynthesis of SA in potato plants. *Plant Physiol.* 117: 1095-1101.
2. Johann Buchner
3. Raskin, (1992). Salicylate, a new plant hormone. *Plan Physiol.* 99, 799-803.
4. Farida M. shakirova, R. Sakhabutdinova, (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164: 317-322.
5. Karl Morris. F. John, (2000). Salicylic acid has a role in regulation gene expression during leaf senescence. *Plant Jornal*, 23, 1-16.
6. A. R. Sakhabutdinova, D. R. Fatkhutdinova, (2003). Salicylic acid prevents the damanging action of stress factors on wheat plants. *Plant Physiol*, 314-319.
7. Farida M. shakirova, R. Sakhabutdinova, (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164: 317-322.

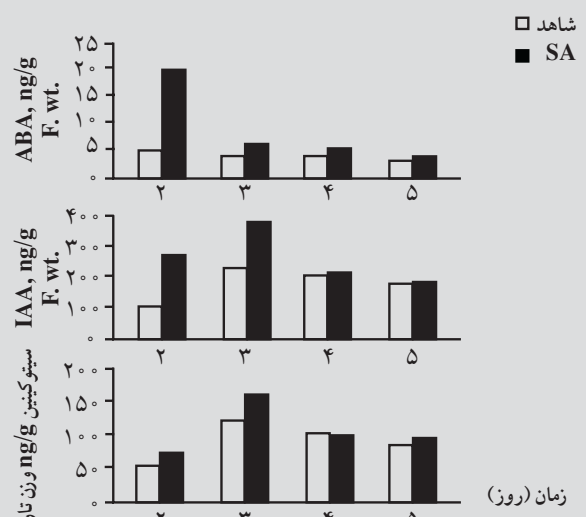
## SA و تنظیم‌کنندگی رشد در شرایط تنش

اثر SA روی مقاومت گیاهان به فاکتورهای تنش محیطی مورد بررسی قرار گرفته است. چندین آزمایش از نقش SA در تنظیم واکنش گیاهان به تنش‌های غیرزیستی حمایت می‌کند. تیمار دانه‌رست‌های گندم با SA (۰/۰۵ میلی مولار) باعث افزایش تقسیم سلولی مریستم رأسی ریشه در دانه‌رست‌ها شده که باعث افزایش رشد گیاه و باروری گندم می‌شود.



شکل ۱. تأثیر دانه‌هایی که قبل از رویش با ۰/۰۵mM سالیسیلیک اسید تیمار شده‌اند، روی رشد دانه‌رست‌های گندم.

فیتوهورمون‌ها نقش کلیدی در تنظیم رشد گیاهان بازی می‌کنند. تیمار با SA باعث ذخیره‌ی آبسیزیک اسید و اکسین در دانه‌رست‌های گندم شده ولی در افزایش مقدار سیتوکینین تأثیر چندانی نداشته است.



شکل ۲. تأثیر ۰/۰۵mM سالیسیلیک اسید روی محتوای هورمون گیاهی دانه‌رست‌های گندم.

افزایش محتوای آبسیزیک اسید در دانه‌رست‌های تیمار شده با SA باعث توسعه‌ی فرایندهای ضد تنش و تسریع و از سرگیری فرایند