**مجله ایمنی زیستی**
**دوره ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷**

# تاثیر هورمون براسینواستروئید بر گیاهان

**علی اکبر غلامی**
**دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران**

**Gholami.2359@gmail.com**

## چکیده

سالانه بخش عمده‌ای از محصولات کشاورزی بر اثر تنش‌های محیطی از بین می‌رود. استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی همچون براسینواستروئیدها یکی از راهکارهای عملی برای کاهش این خسارات می‌باشد. طیف وسیعی از تنش‌های محیطی مانند افزایش یا کاهش دما، خشکی، شوری و اشعه ماوراءبنفش و میکروب‌ها برای گیاهان مضر هستند. شوری در خاک یا آب یکی از تنش‌های اصلی در مناطق خشک و نیمه خشک است که می‌تواند رشد محصول گیاه را به‌شدت محدود کند. براسینواستروئیدها گروهی از هورمون‌های گیاهی هستند که اثرات زیستی قابل توجه‌ی روی رشد گیاهان دارند از جمله باعث افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی می‌شوند. براسینواستروئیدها به‌عنوان یکی از هورمون‌های استروئیدی، نقش بسزایی در کنترل فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان به‌ویژه پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی دارند. براسینواستروئیدها گروهی از ترکیبات استروئیدی گیاهی بوده که به‌طور طبیعی سنتز شده و رنج وسیعی از فعالیت‌های بیولوژیکی را در برمی‌گیرند. براسینواستروئیدها چندین ویژگی کشاورزی مهم مانند زمان گلدهی و عملکرد دانه و تحمل به تنش‌ها را کنترل می‌کند. افزایش قابل‌توجه عملکرد محصول ممکن است به‌واسطه هر دو عمل متابولیسم گیاه و محافظت گیاه در برابر تنش‌های محیطی باشد.

**کلمات کلیدی**: هورمون براسینواستروئید، تنش‌های محیطی، مولفه‌های فیزیولوژیکی، مولفه‌های مورفولوژیکی

**مقدمه**

گیاهان در معرض تنش‌های محیطی زیادی از جمله خشکی، شوری، درجه حرارت‌های پایین و بالا و فلزات سنگین هستند. این تنش‌ها رشد و عملکرد گیاهان را به صورت قابل‌توجهی کاهش می‌دهند (۹). خشکی و شوری، خود باعث ایجاد تنش اسمزی می‌شوند که تنش اسمزی مشکل جدی برای کاهش رشد و عملکرد گیاه است (۱۶). بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار از اراضی در سراسر جهان تحت تنش شوری هستند. گیاهان برای سازگاری با این شرایط مکانیسم‌های زیادی از جمله تنظیم اسمزی، جذب انتخابی عناصر و تقسیم کردن یون‌ها را تکامل داده‌اند (۲۳). دمای بالا، مسمومیت شیمیایی و شوری همچنین می‌توانند گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) Reactive oxygen species را در گیاه القا کنند. ROSها که شامل رادیکال آنیون سوپراکسید، رادیکال



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-06-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.4.0 ]

هیدروکسیل و پراکسید هیدروژن بوده و در تنش‌های محیطی مختلفی دخیل هستند و در بسیاری از شرایط بحرانی مشارکت دارند (۲۸). پاسخ به این تنش‌های زنده در گیاه، پدیده بسیار پیچیده‌ای است که در مراحل مختلف رشد گیاه می‌تواند صادر شود (۸). گیاهان با تغییرات بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و رشد و نموی به این تنش‌ها پاسخ می‌دهند. برای مثال، در برابر خشکی، ترکیبات متابولیکی با وزن مولکولی کم مثل آمینواسیدهای خاصی را تولید می‌کنند (۹).

**تنظیم‌کننده‌های رشد و انواع آن‌ها**

تنظیم‌کننده‌های رشد شامل هورمون‌های طبیعی و مصنوعی هستند که در تنظیم و کنترل فرآیندهای رشدی و فیزیولوژی موجود زنده، افزایش مقاومت به تنش‌ها و بهبود عملکرد و کیفیت گیاه شرکت می‌کنند. تنظیم‌کننده‌های رشد به پنج گروه تقسیم می‌شوند: اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها، اسید آبسزیک و اتیلن، به‌علاوه ترکیباتی چون جاسمونات‌ها، سالیسیلیک اسید و براسینواستروئیدها نیز در گروه هورمون‌های گیاهی طبقه‌بندی می‌شوند (۲۲).

**براسینواستروئید**

براسینواستروئیدها به عنوان ششمین گروه از هورمون‌های گیاهی با سطح وسیعی از فعالیت‌ها در گیاهان افزون بر اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، آبسزیک اسیدها و جیبرلین بوده و دارای تاثیرات بیولوژیکی منحصر بفردی در رشد و توسعه گیاهان می‌باشند. براسینولید اولین ماده رشد گیاهی است که ساختمان استروئیدی دارد و اولین استروئید طبیعی است که دارای حلقه لاکتون هفت عضوی به‌عنوان قسمتی از سیستم حلقه‌ای خود می‌باشد. براسینواستروئیدها در دامنه وسیعی از گیاهان شامل دولپه‌ای‌ها تک‌لپه‌ای بازدانگان جلبک‌ها یافت شده‌اند. براسینواستروئیدها در بسیاری از قسمت‌های گیاهان مانند گرده، برگ‌ها گل‌ها، بذور، شاخه‌ها و بافت‌های متورم و ساقه‌ها یافت می‌شوند، اما در ریشه‌ها دیده نشده‌اند.

**تاریخچه**

اولین‌بار براسینواستروئیدها از دانه گرده گیاه (Brassica napus) به‌وسیله گروو و همکاران در سال ۱۹۷۹ استخراج و به‌عنوان ششمین گروه از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در نظر گرفته شدند. براسینواستروئیدها تقریبا در تمام قسمت‌های گیاه یافت می‌شوند و بیشترین مقدار آن‌ها در اندام‌های زایشی (دانه گرده و بذرهای نارس) مشاهده شده است (١٤). امروزه ساختمان و عملکرد ۵۹ براسینواستروئید (٥٤ عدد به صورت آزاد و ۵ عدد به صورت هم‌یوغ با اسیدهای چرب و قندها)، از گیاهان مختلف استخراج و شناسایی شده است (۱۸).

براسینواستروئیدها ترکیبات استروئیدی گیاهی با فعالیت گسترده بیولوژیکی هستند که توانایی افزایش عملکرد گیاهان را از طریق تغییرات متابولیسمی گیاه و حفاظت آن‌ها در برابر تنش‌های محیطی دارند.

**براسینواستروئیدها و اثرات آن‌ها در گیاهان**

براسینواستروئیدها استروئیدهای طبیعی گیاهی هستند که محرک رشد بوده، در طیف وسیعی از عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی در غلظت‌های بسیار کم (در سطح نانو و میکرومولار) موثرند (۲۰). این خصوصیت با یافته‌های دیگر در مورد براسینواستروئیدها باعث شده است که آن‌ها برای رشد گیاهان ضروری باشند. این وضعیت مشابه



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-06-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.4.0 ]

ترکیبات هورمون‌های گیاهی می‌باشد. تمام براسینواستروئیدهای طبیعی از مشتقات ۵_آلفا _کولستین می‌باشد تنوع انواع و جهت‌گیری اسکلت این ترکیبات بر فعالیت آن‌ها موثر است. در اوایل دهه هشتاد، دانشمندان (UASD) نشان دادند که BR می‌تواند عملکرد تربچه، کاهو، لوبیا، فلفل و سیب‌زمینی را افزایش دهد. ونت در اوایل قرن بیستم اظهار نمود که بدون وجود مواد رشد، گیاه نمی‌تواند رشد کند. امروزه در مورد نقش مهم مواد رشد گیاهی در علم گیاهی تردیدی وجود ندارد. پس از ونت تحقیقات در زمینه مواد رشد گیاهی پیشرفت شایان توجهی داشته است. در سال‌های اخیر نیز این مواد در کشاورزی به‌کار گرفته شده‌اند، مانند تاخیر یا تسریع در رسیدگی، تحریک ریشه‌زایی، تسریع در ریزش، کنترل تکامل میوه، کنترل علف‌های هرز و بسیاری موارد دیگر (۱۵).

براسینواستروئیدها هورمون‌های افزایش رشد درون گیاهان هستند که در سرتاسر قلمرو گیاهی شناسایی شده‌اند و بر تکثیر و توسعه سلولی تاثیر گذارند. این هورمون‌ها به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های استروئیدی ضروری گیاه، شماری از فرآیندهای فیزیولوژیکی شامل تمایز آوندی، نر باروری، تنظیم زمان پیری و توسعه برگی را تنظیم می‌کنند (۱۵). براسینواستروئیدها تقریبا در تمام قسمت‌های گیاه یافت می‌شوند و بیشترین مقدار آن‌ها در اندام‌های زایشی (دانه‌های گرده و بذرهای نارس) مشاهده شده است (۱۰). این ترکیبات موجب تحریک رشد و تقسیم سلولی می‌شود و بر خصوصیات نفوذپذیری، ساختمان، پایداری و فعالیت آنزیم‌های غشاء سلولی اثر می‌گذارند (۱۷). همچنین در سطح مولکولی، براسینواستروئیدها باعث تغییر بیان ژن و تغییر متابولیسم و بیوسنتز اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها می‌شوند. براسینواستروئیدها باعث افزایش سازگاری گیاهان در برابر شرایط نامساعد محیطی می‌شوند (۱۷).

براسینواستروئیدها اثر عمیقی بر رشد نمو گیاهان دارند. مطالعات اولیه توسط محققان موسسه (uasd) در بلتس‌ویل در مریلند شواهدی به دست آورد که براسینواستروئیدها قادر هستند عملکرد محصول را افزایش دهند و پیشنهاد شد که این ترکیبات می‌توانند مزایای اقتصادی بالقوه در کشاورزی داشته باشند. آزمایش‌های گسترده‌ای در ژاپن و چین با استفاده از ۲٤_اپی براسینواستروئید که یک براسینواستروئید مصنوعی است، آغاز شد. این مطالعات نشان داد که ۲٤_ اپی براسینواستروئید قادر است عملکرد را در گونه‌های متنوع گیاهی افزایش دهد. اما بسته به شرایط زراعی روش کاربرد و سایر عوامل اثرات متفاوت می‌باشد. (۱۵).

## اثرات براسینواستروئیدها بر روی اسیدهای نوکلئیک و سنتز پروتئین‌ها

براسینواستروئید باعث افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های گوناگون غیرزنده می‌شود. این مواد در سطح مولکولی موجب تغییر بیان ژن و تغییر متابولیسم و بیوسنتز اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها می‌شوند (۱۸). براسینواستروئیدها تحمل گیاهان را در محدوده وسیعی از استرس‌های محیطی از قبیل: خشکی، شوری، سرما و گرما افزایش داده و این افزایش عموما وابسته به تولید و رونوشت ژن‌های ضد تنش از جمله پروتئین شوک گرمایی (Heat Stress Protein) بوده



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-06-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.4.0 ]

که نشانگر افزایش رونوشت ژن‌های مسئول پاسخ به استرس برای بالا بردن تحمل به استرس در درون گیاهان تیمار شده به‌وسیله براسینواستروییید بوده است (۱۱). رشد و تولید روغن‌های ضروری در گیاهان دارویی، می‌تواند تحت تاثیر استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی قرار گیرد. سوامی و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که با کاربرد ۲۸-هوموبراسینولید، رشد به‌طور معنی‌داری افزایش یافته و با کاربرد ۳ میکروگرم از این هورمون، محتوای روغن ضروری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۲۸). از آن‌جایی که هورمون‌های مختلف گیاهی می‌توانند فرآیندهای مشابه بیولوژیکی را کنترل کنند و تداخل بین هورمون‌های مختلف می‌تواند در مراحل بیوسنتز هورمونی اتفاق بیافتد، انتقال سیگنال یا بیان ژن می‌تواند بیانگر تنظیم پاسخ به استرس در گیاهان به‌وسیله براسینواستروئیدها در مشارکت با دیگر هورمون‌ها باشد (۲۱).

براسینواستروئیدها گروهی از هورمون‌های گیاهی هستند که اثرات زیستی قابل‌توجهی روی رشد گیاهان دارند، از جمله باعث افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی می‌شوند. این هورمون‌ها گروهی از ترکیبات استروئیدی گیاهی بوده که به‌طور طبیعی سنتز شده و رنج وسیعی از فعالیت‌های بیولوژیکی را دربر می‌گیرند. براسینواستروئیدها چندین ویژگی کشاورزی مهم مانند زمان گلدهی و عملکرد دانه و تحمل به تنش‌ها را کنترل می‌کند. افزایش قابل‌توجه عملکرد محصول ممکن است به واسطه هر دو عمل متابولیسم گیاه و محافظت گیاه در برابر تنش‌های محیطی باشد (۱۵،۱۲).

در مطالعه‌ای مشخص شده که وضعیت براسینواستروئیدها در سطح مولکولی بسیار محدود است. آن‌ها سیستمی طراحی کردند که هر استرس متاثر از هورمون براسینواستروئید (۲٤_اپی براسینولید) که قابل تکثیر و رویشی باشد را مطالعه می‌کنند. در این تحقیق سطح مکانیسم‌های مولکولی تحت تیمار اپی براسینواستروئید به‌واسطه مقاومت به تنش‌ها بررسی شد که نشان داد تیمار با غلظت ا میکرومول بر روی دانهال brassica napus در سطح واریانس بالای معنی‌دار دارد (۱۲).

## نقش براسینواستروئیدها در افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی

براسینواستروئیدها علاوه بر نقشی که در رشد و توسعه گیاهان دارند، گیاهان را از انواع تنش‌های محیطی از جمله، دمای بالا و پایین، خشکی، شوری و حمله پاتوژن‌ها محافظت می‌کنند (۱۹). بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که هورمون براسینواستروئید، اثر ضد تنشی در گیاهان تیمار شده با این هورمون به صورت برون‌زاد دارد (۱۵).

## اثر براسینواستروئیدها بر تنش گرما

براسینواستروئیدها هورمون‌های استروئیدی گیاهی هستند که چندین اثر فیزیولوژیکی در گیاهان، شامل افزایش رشد سلولی و القاء تحمل به تنش گرما را کنترل می‌کنند. مکانیسم‌های تنش در طی دوره عمل براسینواستروئیدها می‌تواند در میزان خیلی ناچیز انجام گیرد. ٢٤-اپی براسینولید همچنین قادر به القاء تحمل به گرما در نهال‌های تربچه و گوجه‌فرنگی می‌باشد. طی آزمایشی مشخص شد که نهال‌ها، هنگامی‌که در مکمل متوسطی (٢٤-اپی براسینولید ۱ میکرومول)



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-06-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.4.0 ]

رشد می‌کنند، تحمل بیشتر و قابل‌توجهی به تیمار تنش گرمایی شدید، نسبت به نهال‌های تیمار نشده داشتند (۱۲).

**– اثر براسینواستروئیدها بر تنش خشکی**

کم‌آبی باعث تنش اکسیداتیو شده و در نتیجه باعث اختلال در اعمال فیزیولوژیکی سلول می‌شود. این تنش به علت تولید انواع گونه‌های فعال اکسیژن در محیط سلول مانند آنیون سوپر اکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال‌های هیدروکسیل، منجر به خسارت اکسیداتیو در گیاهان می‌شود. برای خاموش نمودن این گونه‌های سمی نیاز به سیستم آنتی‌اکسیدان خیلی موثر (سیستم آنزیمی و غیر آنزیمی) در سلول‌های گیاهی می‌باشد (۵). در شرایط تنش فرآیندهای مخرب غشاء فعال شده و منجر به پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء می‌شوند، براسینواستروئیدها مقدار تجمع مالون دآلدئید حاصل از پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء را کاهش می‌دهند. براسینواستروئیدها روی ترکیب اسیدهای چرب و نفوذپذیری غشاء اثر گذاشته و روی تجمع مواد محلول اثر مثبت دارند (۱۷).

**اثر براسینواستروئیدها بر تنش شوری**

در مطالعه‌ای، تاثیر ۲۴-اپی براسینولید بر متابولیسم بازیابی نیتروژن روی لوبیای سودانی تحت تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی مشخص شد که در عدم تنش شوری، کاربرد ۲۴-اپی براسینولید منجر به افزایش کم اما قابل‌توجهی در فعالیت نیترات ردوکتاز و همچنین نیترات و اسیدهای آمینه شد. در حالی‌که کلوتریمازول منجر به کاهش سطح نیترات و فعالیت نیترات ردوکتاز شد. تحت تیمار شوری نسبت سه اسیدآمینه مهم شامل (ASN, ASP, GLU) نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت. در حالی‌که بر میزان ALA تثیری نداشت و میزان SER را افزایش داد. کاربرد ۲۴-اپی براسینولید در گیاهان در معرض شوری، نسبت اسیدهای آمینه‌ی در ارتباط با شوری شامل ALA, SER, GLN و GLU را افزایش داد و در غلظت‌های پایین‌تر هورمون براسینواستروئید کمترین میزان ASP و ASN به دست آمد و باقیمانده‌ی آن در یک سطح مشابه منجر به کنترل شوری شد. در حالی که تیمار با کلوتریمازول افزایشی نشان نداد و فقط میزان ASP در مقایسه با کاربرد هورمون، افزایش نشان داد که میزان آن در سطح کنترل شوری مانده بود (۱۳). در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد که استفاده از ۲۴-اپی براسینولید منجر به بهبود قابل‌توجهی در جوانه‌زنی بذر و رشد نهال اکالیپتوس تحت تنش شوری می‌شود. جوانه‌زنی بذر در حضور ۱۵۰ میکرومولار NaCl توسط ۲۴-اپی براسینولید افزایش یافته بود، اما هنگامی‌که نهال‌ها در محیط هیدروپونیک تحت تنش شوری رشد کردند، جذب ۲۴-اپی براسینولید توسط ریشه موجب آسیب بیشتر شد (۲۴).

**اثر هورمون براسینواستروئید بر مولفه‌های فیزیولوژیکی**

**رنگیزه‌های فتوسنتزی**

تاکنون، بیشتر اطلاعات به دست آمده از تاثیر کاربرد خارجی براسینواستروئیدها بر روی گیاهان می‌باشد که بر وضعیت‌های گوناگون فتوسنتز گیاهان کشت شده در شرایط بدون استرس سروکار دارد. اما شمار زیادی از مطالعات نشان داد که کاربرد براسینواستروئیدها در



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-06-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.4.0 ]

گیاهان براسیکاناپوس که در معرض تعدادی عوامل محیطی نامساعد قرار گرفته بودند، به‌همان اندازه گیاهان قرار گرفته در شرایط بدون استرس، سالم ماندند. همچنین مشخص شد که براسینواستروئیدها میل به کم کردن علائم تنش در یک واریته از گونه گیاهی که در معرض هر دو تنش زیستی و غیر زیستی قرار گرفته بود را دارد (۱۹، ٦). در نتیجه فرآیند فتوسنتز معمولا اولین فرآیندی است که در محیط نامساعد تحت تاثیر قرار می‌گیرد. این پیشنهاد می‌تواند با اندازه‌گیری پارامترهای فتوسنتزی انجام گیرد که سریع‌ترین روش مطلوب برای تشخیص واکنش گیاهان به شرایط پرتنش می‌باشد و می‌توان ملاحظه کرد که براسینواستروئیدها در این تنش‌ها تاثیر دارند.

**فنول‌ها**

براسینواستروئید، باعث کاهش عفونت قارچ Phytophtra (تا حداکثر ٤٠ درصد)، شده است که این خود نشان دهنده‌ی خصوصیت محافظتی براسینواستروئید می‌باشد. تیمار با ٢٤-اپی براسینولید خواب غده سیب‌زمینی را طولانی‌تر کرده و مقاومت به جوانه‌زنی و بیماری را در آن افزایش می‌دهد. البته این ایجاد مقاومت و عدم جوانه‌زنی به دلیل تغییراتی است که در ارتباط با افزایش سطح آبسیزیک اسید و اتیلن و هم چنین افزایش حضور مواد محافظتی همچون ترکیبات فنولی و ترپنوئیدها رخ می‌دهد (۱۸).

**قندهای محلول**

طی تحقیقاتی که توسط احمدی موسوی و همکاران (۱۳۸٤) انجام گرفت، مشخص شد که قندهای احیاکننده در گیاهان تحت تنش کم‌آبی افزایش معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد دارد و بیشترین مقدار در گیاهانی با ٤ روز تیمار کم‌آبی است که حدود ۹۲ درصد بیشتر از گیاهان شاهد می‌باشد. هنگامی که تنش کم‌آبی همراه با تیمار ٢٤-اپی براسینولید باشد، کاهش معنی‌داری در غلظت قند مشاهده می‌شود. به طورکلی مقدار قند در گیاهان تیمار شده با ٢٤-اپی براسینولید (شاهد و تنش‌های کم‌آبی) کاهش معنی‌داری نسبت به گیاهان بدون تیمار با ٢٤-اپی براسینولید (شاهد و تنش‌های کم‌آبی) نشان می‌دهد (۱).

**اثر هورمون براسینواستروئید روی پارامترهای رشدی و مورفولوژیکی**

رشد گیاه ناشی از اثرات متقابل کلیه فرآیندهای درونی گیاه از قبیل فتوسنتز، تنفس، انتقال، روابط آبی و تعادل عناصر غذایی می‌باشد. رشد عبارت است از هرگونه افزایش در ماده خشک، حجم، طول و یا سطح سلول‌ها می‌باشد (۷). بافت‌ها به دو شیوه افزایش تعداد سلول (تقسیم سلول) و افزایش حجم سلولی رشد می‌نمایند. در تحقیقی که توسط اسکندری و همکاران (۱۳۸۹) انجام گرفت، نقش ۲۸-هموبراسینولید و ٢٤-اپی براسینولید در افزایش وزن خشک ریشه مشخص شد. وزن خشک ریشه در نتیجه استفاده از $10^{-8}$ مولار ۲۸-هموبراسینولید افزایش یافت که این تفاوت در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (۲). افزایش بیوماس ریشه در نتیجه استفاده از براسینواستروئیدها، مربوط به افزایش فعالیت اینورتاز اسید (آنزیمی که باعث تبدیل ساکارز به گلوکز و فروکتوز می‌شود)، در برگ‌های جوان بوده که این باعث فراهم کردن اسیمیلاسیون بیشتر در



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-06-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.4.0 ]

گیاهان و در نتیجه اندازه بزرگ‌تر ریشه گیاهان می‌شود (۲۵). توانایی پلیآمین‌ها در تحریک تشکیل ریشه به‌خوبی روشن شده و در مطالعه بر روی گیاه حسن‌یوسف نقش براسینواستروئیدها در تحریک ریشه‌زایی به اثبات رسیده است. نه‌تنها براسینواستروئیدها در ریشه‌زایی نقش داشته، بلکه در بهبود رشد ریشه نیز تاثیر گذارند. کاربرد ۱۰۰ میکرومولار براسینو استرویید در گیاه حسن‌یوسف تاثیر زیادی در افزایش رشد ریشه داشت (۲٦).

یک رابطه مثبت بین کاربرد خارجی براسینواسترویید و رشد ریشه در آرابیدوپسیس به ثبت رسیده است و تایید شده که کاربرد ۲٤-اپی کاستاسترون و ۲٤-اپی براسینولید افزایش رشد ریشه را در این گیاه تحریک می‌کند. مشابه آن، کاربرد حسن‌یوسف که یک مهارکننده براسینواسترویید است، به‌طور کامل رشد ریشه را متوقف کرده، اما کاربرد ۲٤-اپی براسینولید تاثیرات بازدارندگی را معکوس و رشد عادی ریشه را احیا کرد. حدس زده می‌شود این‌چنین پاسخ‌هایی مربوط به توانایی آزادسازی پتانسیل درونی (ژنتیکی) گیاهی برای ریشه‌زایی باشد (۲٦).

در بررسی دیگر به عمل آمده توسط حق شناس و اسکندری (۱۳۹۰) تاثیر ۲۸-همو براسینولید را بر پارامترهای رشد گیاه دارویی شوید مورد ارزیابی قرار دادند. طبق نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مشخص شد که بین تیمارهای مختلف آبیاری بر ارتفاع گیاه، در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد (۳). مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن (۱ درصد) نشان داد که آبیاری در ظرفیت مزرعه و آبیاری در ۲/۳ ظرفیت مزرعه بیشترین ارتفاع گیاه را ایجاد کرد که باهم اختلاف معنی‌داری نداشته و در یک کلاس قرار گرفتند. آبیاری در سطح ۱/۳ ظرفیت مزرعه یا تنش شدید موجب کاهش ارتفاع گیاه شد. بنابراین بیشترین ارتفاع گیاه در حالت اول و دوم (آبیاری در ظرفیت مزرعه و آبیاری در ۲/۳ ظرفیت مزرعه) به ترتیب با ۱۰۰/۷ و ۹۵/۲۵ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته شوید در حالت تنش خشکی شدید (آبیاری در ۱/۳ ظرفیت مزرعه) به میزان ۸۷ سانتی‌متر مشاهده شد. کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش خشکی یکی از بارزترین علائم است، مشخص‌شده است که تنش خشکی از طریق کاهش سرعت رشد گیاه باعث کاهش ارتفاع می‌شود و هرچه زمان اعمال تنش به مراحل انتهایی فصل رشد نزدیک‌تر باشد، تاثیر کمتری بر ارتفاع گیاه دارد (٤).

## نتیجه‌گیری

سالانه بخش عمده‌ای از محصولات کشاورزی بر اثر تنش‌های محیطی از بین می‌رود. استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی همچون براسینواستروئیدها یکی از راهکارهای عملی برای کاهش این خسارات می‌باشد. براسینواستروئید گروهی از هورمون‌های گیاهی هستند که اثرات زیستی قابل‌توجهی روی رشد گیاهان دارند. از جمله باعث افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی می‌شوند. براسینواستروئیدها به‌عنوان یکی از هورمون‌های استروئیدی نقش بسزایی در کنترل فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان به‌ویژه پاسخ به تنش‌های زیستی و غیر زیستی دارند.



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-06-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.4.0 ]

## فهرست منابع References


۱- **احمدی موسوی ع ا، منوچهری کلانتری خ، ترکزاده م. ۱۳۸٤.** اثر نوعی براسینواستروئید (24-epibrassinolide ) بر مقدار تجمع مالون دآلدئید، پرولین، قند و رنگیزه های فتوسنتزی در گیاه کلزا(*Brassica napus* L.).تحت تنش کم آبی. مجله زیست شناسی ایران، جلد۱۸، ٤: ۳۰٦–۲۹۵.

۲- **اسکندری م. ۱۳۸۹**. بررسی تأثیر۲۸–هموبراسینولید در کاهش اثرات تنش خشکی در گیاه دارویی مرزه ( *Satureja hortensis* L.). پایان نامه کارشناسی ارشد، مرکز فنی و حرف ای شهرستان ارسنجان.

۳- **حق شناس ج، و اسکندری م. ۱۳۹۰.** تاثیر ۲۸ –هموبراسینولید بر پارامترهای رشد و درصد اسانس گیاه دارویی شوید(*Anethum graveolens* L.)تحت تنش خشکی درشرایط گلخانه،اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، ساوه، دانشگاه آزاداسلامی واحد ساوه.

٤- **رستمی م. ۱۳۸۳.** اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و خصوصیات فیزیولویک ارقام گندم و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. ۱٤۸صفحه

۵- **مظفری، حسین ۱۳۸۳.** بررسی نقش کلسیم در مقاومت گیاه خاکشیر *Descurainia sophia* به تنش شوری. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید باهنر کرمان.

**6- Bajgaz A, Hayat SH. 2009.** Effect of brassinosteroids on the plant responses to environmental stress. Plant Physiology and Biochemistry. 47: 1-8.

**7- Barrett-Lennard EG, Leighton PD, Buwalda F, Gibbs J, Armstrong W, Thomson CJ, Greenway H. 1988.** Effect of growing wheat in hypoxic nutrient solutions and of subsequent transfer to aerated solution. I. Growth and carbohydrate status of shoots and roots. Australian Journal of Plant Physiology، 15: 585-598

**8- Bouaziz D, Pirrello J, Amor HB, Hammami A, Charfeddine M, Dhieb A, Bouzayen M, Gargouri-Bouzid R. 2012.** Ectopic expression of dehydration responsive element binding proteins (StDREB2) confers higher tolerance to salt stress in potato. Plant Physiology and Biochemistry 60: 98-108.

**9- Celebi-Toprak F, Behnam B, Serrano G, Kasuga M, Yamaguchi-Shinozaki K, Naka H, Watanabe JA, Yamanaka S, Watanabe KN. 2005.** Tolerance to salt stress of the transgenic tetrasomic tetraploid potato, *Solanum tuberosum* cv. Desiree appears to be induced by DREB1A gene and *rd*29A promoter of *Arabidopsis thaliana*. Breeding science 55: 311-319

**10- Clous Steven D, Sasse M. 1998.** Brassinosteroids: essential regulators of plant growth and development. Annual reviews.49: 427-451.

**11- Clouse, S. D., D. M, Zurek., T. C. M. Morris and M. E. Baker. 1992.** Effect of brassinolide on gene expression in elongating soybean epicotyls. Plant Physiol. 100, 1377-1383.

**12- Dhaubhadel, S., Chaudhary, S., Dobinson, K., and Krishna, P. 1999.** Treatment with 24- epi brassinolide, a brassinosteroid increases the basic thermotolerance of Brassica napus and tomato seedlings. Plant Mol. Biol. ، 40:333-342.

**13- Durigan Dalio RJ. Pinheiro HP. Sodek L. Baptista Haddad CR. 2013.** 24-epibrassinolide restores nitrogen metabolism of pigeon pea under saline stress. Botanical Studies. 54:9: 1-7.




[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-06-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.4.0 ]

**14- Grove M D F G, Spencer W K, Rohwedder N B, Mandava J F, Worley J D, Warthen Jr, Steffens G L, Flippen J L and Cook Jr 1979.** A unique plant growth promoting steroid form Brassica napus pollen. Nature (London) 281: 216-217.

**15- Hayat sh, Aqil A. 2011.** Brassinosteroids: a class of plant hormone. In: P Krishna, UK Divi, P Krishna،

**16- Hmida-Sayari A, Gargouri-Bouzid R, Bidani A, Jaoua L, Savoure A, Jaoua S. 2005.** Overexpression of D1-pyrroline-5-carboxylate synthetase increases proline production and confers salt tolerance in transgenic potato plants. Plant Science 169: 746-752.

**17- Khripach V.a.A, Zhabinskii VN, Groot AE. 1998.** Brassinosteroids:a new class of plant hormones. Academic press. United States of America. 460 pages.

**18- Khripach. V. A., V. N. Zhabinski and A. E. de Groot. 1999.** Brassinosteroids a new class of Plant Hormones. academic press publication. 472p

**19- Krishna, P. 2003.** *Brassinosteroid-mediated stress responses. J Plant Growth* Regul, 22:289-297.

**20- Mandava N B, (1988).** plant growth- promoting Brassinososteroids. Annu. Rev. plant physiol. Plant Mol. Biol. 39: 23-52.

**21- Nemhauser, J. L., F. Hong and J, Chory. 2006.** Different plant hormones regulate similar processes through largely nonoverlapping transcriptional responses. Cell، 126:467-75.

**22- Prins CS, Vieira IJC, Freitas SP. 2010.** Growth regulators and essential oil Production. Brazilian Socity of Plant Physiology 22(2): 91-102.

**23- Rahnama H, Vakilian H, Fahimi H, Ghareyazie B. 2011.** Enhanced salt stress tolerance in transgenic potato plants (*Solanum tuberosum* L.) expressing a bacterial *mtl*D gene. Acta Physiol Plant 33: 1521–1532.

**24- Sass JM, Smith R, Hudson I. 1995.** Effect of 24-epibrassinolide on germination of seed of Eucalyptus camaldulensis in saline conditions. Proc, Plant Growth Regul, Soc, Am. 22: 136-141.

**25- Schilling G., C. Schiller and S. Otto. 1991.** Influence of brassinosteroids on organ relations and enzyme activities of sugar-beet plants. In "Brassinosteroids. Chemistry, Bioactivity, and Applications. ACS Symposium Series" (H. G. Cutler, T. Yokota, and G. Adam, Eds), Vol. 474, pp. 208-219. American Chemical Society, Washington.

**26- Swamy K, Rao NS, Ram S. 2010.** Effect of brassinosteroids on rooting and early vegetative growth of Coleus [*Plectranthus forskohlii* (Willd.) Briq.] stem cuttings. I.J.N.P.R. Vol.1(1) :68-73.

**27- Swamy, K. N and S. S. R. Rao. 2008.** Influence of 28-homobrassinolid on growth, photosynthesis metabolite and essential oil of geranium. Am. J. plant Physiol. 3(4):173-179

**28- Tang L, Kim MD, Yang KS, Kwon SY, Kim SH, Kim JS, Yun DJ, Kwak SS, Lee HS. 2008.** Enhanced tolerance of transgenic potato plants overexpressing nucleoside diphosphate kinase 2 against multiple environmental stresses. Transgenic Res 17: 705–715.

[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-06-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.4.0 ]

# Hormones Brassinososteroids effects of plants

**Ali Akbar Gholami**
MSc of Agricultural Engineering biotechnology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

**Gholami.2359@gmail.com**

**Abstract**
The bulk of agricultural production is destroyed annually due to environmental stress. The use of plant growth regulators such as brassinosteroids is one of the practical ways to reduce these damages. A range of environmental stresses, such as increasing or decreasing temperature, drought, salinity and ultraviolet radiation, and microbes, are harmful to plants. Salinity in soil or water is one of the main stresses in arid and semi-arid areas, which can severely limit plant growth. Brassinososteroids are a group of plant hormones that have significant biological effects on plant growth, including increasing resistance to environmental stresses. Brassinosteroids, as one of the steroid hormones, play a significant role in controlling the physiological processes of plants, especially response to biological and non-biological stresses. Brassinosteroid is a group of steroid compounds that are naturally synthesized and include a wide range of biological activities. Brassine steroids control several important agricultural features such as flowering time and grain yield and stress tolerance. Significant increase in yield may be due to both plant metabolism and plant protection against environmental stresses.
**Keywords:** Brosinosteroid hormone, Environmental stresses, Physiological components, Morphological components

[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-06-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.4.0 ]