فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۱، شماره ۴، صفحات ۱۱ – ۱
(زمستان ۱۳۹۴)

اثر پیش‌تیمار بذر با جیبرلیک و آبسیزیک اسید بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه گلرنگ تحت تنش شوری

نسرین سادات عیسی‌نژاد *
دانش‌آموخته کارشناسی ارشد
دانشکده کشاورزی
دانشگاه شاهد
تهران، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
n.esanejad@gmail.com
*مسؤل مکاتبات

حشمت امیدی
استادیار گروه زراعت
دانشکده کشاورزی
دانشگاه شاهد
تهران، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
omidi@shahed.ac.ir

آرزو پراور
دانش‌آموخته کارشناسی ارشد
دانشکده کشاورزی
دانشگاه شاهد
تهران، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
paravararezoo@yahoo.com

چکیده این پژوهش به منظور تعیین اثر پیش‌تیمار هورمونی بر بهبود جوانه‌زنی بذور گلرنگ در شرایط تنش شوری به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد انجام شد. بذور گلرنگ با غلظت‌های ۰ و ۳٪ آبسیزیک اسید و ۰، ۱۵۰ و ۵۰۰ قسمت در میلیون جبرلیک اسید پیش-تیمار شده و سپس تحت تنش ۰، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر شوری تحت شرایط نمک طبیعی دریاچه قم قرار گرفته و شاخص‌های جوانه‌زنی اندازه‌گیری شدند. تیمار بذرها با جیبرلیک و آبسیزیک اسید اثرات ناشی از تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را نسبتاً کاهش داده و سبب بهبود جوانه‌زنی و رشد اولیه آن در پتانسیل آبی پایین شدند و جیبرلیک اسید مؤثرتر از آبسیزیک اسید بود. پیش تیمار ترکیبی جیبرلیک اسید با غلظت ۵۰۰ قسمت در میلیون و آبسیزیک اسید ۳٪ بیش‌ترین تأثیر را بر درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه نشان داد ولی میانگین مدت زمان جوانه زنی را کاهش داد. پیش تیمارهای ترکیبی جیبرلیک اسید ۵۰۰ قسمت در میلیون و آبسیزیک اسید ۳٪ تحت شرایط تنش شوری همراه با افزایش جذب آب در گیاه از اثرات منفی تنش شوری کاسته، در نتیجه موجب بهبود درصد جوانه‌زنی، طول و وزن خشک گیاهچه و بنیه طولی و وزنی گیاهچه می‌گردد. در مجموع، پرایمینگ بذور با پیش تیمار ترکیبی، مقاومت بذرها را به تنش آبی افزایش می‌دهد، بنابراین گیاهچه‌هایی با بنیه قوی و درصد جوانه‌زنی بالا تولید می‌گردد.

شناسه مقاله:
نوع مقاله: **پژوهشی**
تاریخ پژوهش: **۱۳۹۴**
تاریخ دریافت: **۹۴/۰۸/۱۹**
تاریخ پذیرش: **۹۴/۱۱/۱۸**

واژه‌های کلیدی:
- **تنش آبی**
- **پتانسیل آبی**
- **پرایمینگ**
- **پیش تیمار هورمونی**
- **پیش تیمار ترکیبی**

مقدمه گلرنگ گیاهی یکساله و روغنی است که به دلیل روغن آن کشت می‌شود.[۹] گلرنگ گیاه بومی کشور ایران می‌باشد و تحمل بالایی به شوری محیط نشان می‌دهد.[۲۱] شوری یکی از تنش‌های غیرزیستی است که نقش محدودکننده در رشد و تولید گیاهانی که با بذر تکثیر می‌شوند، ایفا می‌کند.[۲۲] تنش شوری علاوه بر این که باعث تأخیر در جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه می‌شود، در روند مصرف مواد ذخیره‌ای و کاهش در وزن خشک گیاهچه نیز اثرگذار است. طی تنش شوری یون‌ها نقش تحریک کننده، بازدارنده یا خنثی کننده در جوانه‌زنی دارند.[۱۵] مرحله جوانه‌زنی بذر یکی از مراحل حیاتی و تعیین کننده در چرخهٔ رشدی گونه‌های گیاهی است که می‌تواند با استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در فرآیند تولید نقش مهمی‌ایفا نماید. این امر به ساختارهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی بذر بستگی دارد و برای دستیابی به این هدف بذوری با بنیه بالا مورد نیاز می‌باشند.[۱۴] زیرا یکی از مهمترین جنبه‌های کیفی بذر که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، قدرت و بنیه بذر می‌باشد.[۵] جوانه‌زنی طی سه مرحله آماس بذر، تأخیر و شروع رشد اتفاق می‌افتد که تحت کنترل جذب آب از محیط خارجی است. درصد و سرعت جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل آب خارجی کاهش می‌یابد.[۱۰] سال‌های گذشته از تکنولوژی آبگیری بذر برای بهبود جوانه زنی و قدرت رویش بذر و گیاهچه در محیط‌های مختلف استفاده شده است. با این روش قدرت جوانه‌زنی و رویش بذر افزایش می‌یابد.[۲۱] پیش‌تیمار بذر[1] باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی، تحت شرایط محیطی خاص و اصلاح بنیه و رشد گیاهچه می‌گردد.[۱۹] تیمارهای پیش از کاشت بذرها می‌توانند به روش‌های مختلفی از قبیل خیساندن در آب، خیساندن در محلول‌های اسمزی و استفاده از تنظیم کننده‌های رشد و یا مواد جامد اجرا شود.[۳۸] کاهش رطوبت قابل جذب برای بذر به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی محلول اطراف بذر تقسیم سلولی کاهش می‌یابد و رشد گیاهچه با اختلال مواجه می‌گردد.[۱۵] تنش شوری از طریق افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی باعث محدودیت در جوانه‌زنی می‌گردد. از طریق پیش‌تیمار بذرها به وسیله هورمون‌های گیاهی در غلظت‌های مناسب، موجب القای جوانه‌زنی می‌گردد، رشد و نمو گیاهان را نیز افزایش می‌یابد.[۱۸] با پیش‌تیمار بذر، گیاهچه‌های جوان در مقابل تنش‌های محیطی همچون شوری مقاوم می‌گردند.[۱۳] تصور می‌شود که جیبرلیک اسید و آبسیزیک اسید اثر سرکوبی بر تنش شوری دارند و باعث حفظ جوانه‌زنی می‌گردند.[۲۱] پیش‌تیمار هورمون‌های جیبرلیک اسید روی بذرهای *Bromus inermis* باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذرها، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و بنیه بذر می‌گردد.[۸] کاربرد خارجی جیبرلیک اسید نشان داد که درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه جو تحت شرایط تنش شوری افزایش می‌یابد.[۱] پیش تیمار بذور بابونه با جیبرلیک اسید ۲۵۰ قسمت در میلیون با افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری از اثر تنش کاسته و به موجب آن جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بهبود یافت.[۱۸] محتوای جیبرلیک اسید بذرهای گوجه فرنگی تحت شرایط کوتاه مدت تنش شوری، افزایش می‌یابد. این واکنش بذرها منجر به مقاومت در بذرها به تنش شوری می‌گردد.[۲۶] پاسخ گیاهچه لوبیا به افزایش سطوح شوری، منجر به افزایش میزان هورمون جیبرلیک اسید گردید، به این وسیله مقاومت گیاهچه به اثرات منفی پتانسیل اسمزی افزایش یافت.[۲۵] جیبرلیک اسید در بعضی از گیاهان تحت شرایط شوری محیط، کاهش می‌یابد ولی آبسیزیک اسید افزایش می‌یابد که موجب تغییر در نفوذپذیری غشا

[1] seed priming

می‌گردد.[۱۰] زمانی که گیاه در معرض تنش آبی قرار می‌گیرد میزان هورمون آبسیزیک‌اسید در ریشه گیاهان تنش دیده افزایش می‌یابد.[۱۱] با افزایش محتوای آبسیزیک تحت شرایط شوری گیاهان نسبت به فاکتور شوری محیط سازگار شده و در نهایت باعث افزایش مقاومت گیاه می گردد.[۲۵] از آنجایی که پتانسیل اسمزی در اثر تجمع یون‌های حاصل در شرایط تنش شوری در گیاه در طول روز ایجاد می‌گردد، ممکن است عامل تنظیم کننده رشد گیاهان در محیط آبسیزیک اسید باشد، با این ویژگی گیاهچه لوبیا در مراحل مختلف رشد و نمو، مقاوم به تنش شوری می‌شود.[۲۵] تنش شوری به عنوان واسطه‌ای بین تغییرات تحمیل شده به وسیله تنش آبی و پاسخ‌های فیزیولوژیک عمل می‌کند.[۱۱] از طرفی دیگر، تنش شوری باعث جلوگیری از بیان ژن‌های مسؤل ساختن اسید جیبرلیک در بذر می‌شود. بنابراین، تیمار بذر کلزا با اسید جیبرلیک باعث بهبود جوانه‌زنی در شرایط شوری می‌گردد.[۱۵] هورمون رشدی جیبرلیک اسید به طور مستقیم در کنترل و تسهیل جوانه‌زنی بذر دخالت دارد. افزایش ساخت و آزادسازی هورمون جیبرلیک در بذر موجب تجزیه نشاسته بذر و تبدیل آن به مواد قابل استفاده جنین می‌گردد و جوانه‌زنی شروع می‌شود.[۳]

هدف از این پژوهش تعیین نقش جیبرلیک اسید و آبسیزیک اسید در وضعیت تحمل به شوری و احتمال برگشت اثرات تنش شوری در گیاه گلرنگ می‌باشد.

مواد و روش‌ها این مطالعه در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۴ بر روی رقم گلدشت انجام شد. بذر مورد استفاده از مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی با سه فاکتور شوری، جیبرلیک و آبسیزیک اسید در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. رقم مورد استفاده گلرنگ، گلدشت بود. تیمارهای آزمایش، آبسیزیک اسید در دو سطح ۰ و ۳٪، جبرلیک اسید در سه غلظت ۰، ۱۵۰ و ۵۰۰ قسمت در میلیون و تنش شوری در پنج سطح ۰، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. بذرها در سطوح پیش تیمار هورمونی قرار داده شده و تحت سطوح تنش شوری از نمک طبیعی دریاچه قم قرار گرفتند. در هر تیمار ۲۵ بذر داخل ظرف پتری به ابعاد به قطر دهانه ۹ سانتی‌متری روی کاغذ واتمن شماره ۱ قرار داده شده و حدود ۱۰ میلی‌لیتر تیمار محلول شوری افزوده شد. به منظور کاهش تبخیر آب دور پتری‌ها با پارافیلم بسته شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده از روز دوم به صورت روزانه انجام شد. بذوری جوانه زده تلقی شدند، که طول ریشه‌چه آن‌ها دو میلی‌متر بود. در پایان دوره رشد صفات طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه پس از خشک کردن آنها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلیسیوس در آون بر حسب گرم اندازه‌گیری شدند. با شمارش روزانه بذرهای جوانه زده، درصد ظهور گیاهچه و میانگین مدت زمان جوانه‌زنی طبق معادلات زیر تعیین گردید (جدول ۱). متوسط مدت زمان جوانه‌زنی مرتبط با مدت زمانی بر حسب روز است که ریشه‌چه خارج می‌شود، هرچه مقدار عددی آن کوچکتر باشد نشان از جوانه‌زنی سریع‌تر می‌باشد که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد.[۱۰] شاخص بنیه ۱ و ۲ نیز از روابط زیر به دست می‌آیند (جدول ۱). در این معادلات n: تعداد بذور جوانه‌زده طی d روز، d: تعداد روزها از ابتدای جوانه‌زنی و ΣN: نیز کل تعداد بذور جوانه زده می‌باشد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 9.1 تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین صفات با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید.

جدول ۱) فرمول محاسباتی شاخص‌های جوانه‌زنی

Table 1) The calculation formula germination

Studied traits	fodmula	references
Germination percentage	PG = S/T×100	[7]
Average time of germination	$MGT = \frac{\sum^{\square} nidi}{\sum NL}$	[12]
Seed vigor	SVI= GR × MGT × GC	[20]
Length vigor	LV = Germination percentage × Length of seedling (cm)	[7]
Weight vigor	WV= Germination percentage × Dry mater of seedling **(g)**	[7]

نتایج و بحث رشد گیاهچه‌ها و بنیه گیاهچه‌ها واکنش‌های متفاوتی در تیمارهای مختلف از غلظت‌های آبسیزیک اسید و اسیدجیبرلیک داشت (جدول ۲).

درصد جوانه‌زنی

جیبرلیک اسید به میزان ۵۰۰ قسمت در میلیون در سطوح مختلف شوری بر درصد جوانه‌زنی اثر بازدارنده داشت. اما میزان جوانه‌زنی تیمار بدون شوری افزایش نشان داد. درصد ظهور گیاهچه در تیمارهایی که جیبرلیک اسید را به میزان ۱۵۰ قسمت در میلیون دریافت کرده بودند افزایش یافت، به گونه‌ای که با افزایش تنش شوری تا حد ۱۲ دسی زیمنس بر متر درصد جوانه‌زنی افزایش چشم‌گیری نشان داد (شکل A-۱). علاوه بر اثرات اولیه تنش، کاهش رشد گیاهچه تحت تنش شوری تا حدودی به خاطر کاهش تحرک نشاسته می‌باشد که در اثر کاهش فعالیت آمیلاز و محتوای بالای نشاسته در لپه‌ها یا آندوسپرم گیاهان تحت تنش است. کاهش فعالیت آمیلاز در بذور گیاهان تحت تنش به کاهش تشکیل گلوکز از نشاسته منجر شده است که حاصل آن کاهش سنتز ساکاروز است و این وضیت باعث محدود شدن محور جنین‌زا و کاهش رشد گیاهچه تحت شرایط تنش می‌شود. اسید جیبرلیک فعالیت آمیـــلاز را در

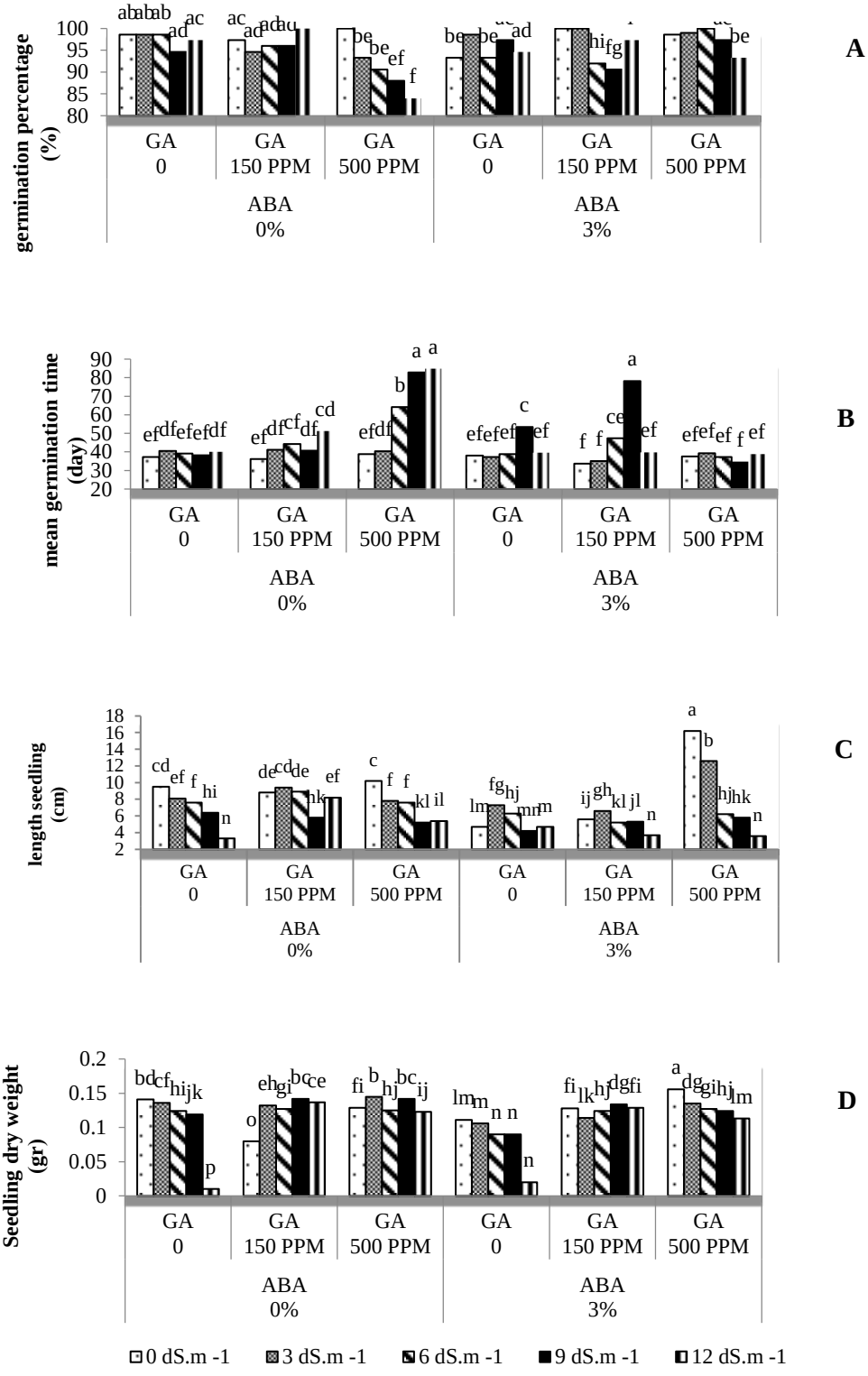
جدول ۲) تجزیه واریانس صفات مختلف گلرنگ تحت تأثیر آبسیزیک و جیبرلیک اسید و ترکیبی از آنها تحت تنش شوری

Table 2) ANOVA of safflower trais affected by abscisic, gibberellic acid ant\d their combination under salt stress

Source of variation	df	mean of squares						
		percent Germination	mean germination time	length seedling	dry mater seedling	vigor	length vigor	weight vigor
ABA	1	30.04*	816.6**	14.41**	0.001**	8470.07**	103701.1**	2184.9**
GA	2	42.8**	700.7**	33.64**	0.001**	35706.1**	287567.8**	1453.6**
S	4	57.3**	951.2**	71.2**	0.002**	9504.07**	748905.1**	31309.3**
GA×ABA	2	158.04**	1948.3**	49.9**	0.001**	48023.3**	582701.1**	1903.8**
ABA×S	4	16.2*	300.6**	6.8**	0.003**	11784.2**	76452.3**	1092.2**
GA×S	8	43.06**	169.3**	16.8**	0.001**	4311.2**	184119.7**	3406.06**
ABA×GA×S	10	26.6**	456.3**	11.8**	0.002**	851.1**	101942.4**	6870.3**
Experimental error	58	4.7	20.9	0.14	0.00001	827.13	1976.5	177.5
CV (%)		2.2	10.1	5.39	2.7	12.8	6.4	6.1

^{ns}, * and **: None significant, significant at 5 and 1% levels, respectively

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪



شکل ۱) اثر تلفیقی آبسیزیک و جیبرلیک اسید بر درصد جوانه‌زنی (A)، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی (B)، طول گیاهچه (C) و وزن خشک گیاهچه (D) گلرنگ تحت تنش شوری

Figure 1) Abscisic and gibberellic acid combinational effect on and salt stress on germination percentage (A), mean of germination time (B), seedling length (C) and seedling dry weight (D) of safflower under salinity stress

بذور گیاهان تحت تنش افزایش می‌دهد.[۱۰] درصد جوانه‌زنی بذرهایی که هورمون جیبرلیک اسید را به میزان ۵۰۰ قسمت در میلیون دریافت کرده بودند تحت اثر هورمون آبسیزیک اسید ۳٪ کاهش یافتند. تیماری که تحت تنش شوری شش دسی‌زیمنس بر متر هورمون‌های جیبرلیک اسید و آبسیزیک را دریافت کرده بود درصد جوانه‌زنی بالایی را نشان داد که نسبت به زمانی که آبسیزیک اسید را دریافت نکرده بود، افزایش نشان داد. این مواد باعث خنثی کردن شرایط تنش شد و با تقویت و تشدید متابولیسم نشاسته و فعالیت آمیلاز در لپه‌ها باعث تقویت درصد جوانه‌زنی بذرها گردید. از نتایج سایر پژوهشگران مستدل می‌شود که در این رابطه اثرات زیانبار تنش شوری روی جوانه‌زنی و فعالیت آمیلاز با افزودن برون‌زای تنظیم کننده رشد آبسیزیک و جیبرلیک اسید در محیط کشت بذور لوبیا برگشت داده شدند.[۲۵] بذرهایی که پیش تیمار جیبرلیک را تا ۵۰۰ قسمت در میلیون دریافت کرده بودند تحت شرایط تنش شوری تا ۱۲ دسی‌زیمنس درصد ظهور گیاهچه پایینی نشان دادند (شکل A-۱). در شرایط افزایش املاح و نمک موجب کند شدن جذب آب توسط بذر می‌گردد که در نتیجه آن درصد سبز شدن کاهش می‌یابد.[۲]

میانگین مدت زمان جوانه‌زنی

تیمارهایی که هورمون جیبرلیک اسید را تحت تنش شوری۶، ۹ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر دریافت کرده بودند میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بالایی را نشان دادند. بقیه تیمارها میانگین مدت زمان جوانه‌زنی پایینی را نشان دادند. میانگین مدت جوانه‌زنی بذر صفت بسیار مهمی در استقرار گیاهچه و استفاده مفید و مؤثر از شرایط محیطی می‌باشد، کاربرد جیبرلیک اسید با غلظت ۱۵۰ قسمت در میلیون به همراه آبسیزیک اسید ۳٪ تحت تنش شوری صفر و سه دسی‌زیمنس بر متر کمترین مدت زمان جوانه‌زنی را داشته به طوری که درصد جوانه‌زنی بالایی نیز در آنها مشاهده شد (شکل B-۱). این موضوع نشان می‌دهد تلفیق تیمارهای هورموپرایمینگ تحت شرایط شوری صفر و سه دسی‌زیمنس بر متر از روند جوانه‌زنی بهتر و سریعتری برخوردار بودند. با افزایش شوری ایجاد شده در محیط اطراف بذرها، اثرات سمی ایجاد شده میانگین مدت زمان‌زنی را افزایش و ظهور گیاهچه را کاهش می‌دهد.[۱] در این پژوهش افزایش تنش شوری بدون کاربرد آبسیزیک اسید اثر منفی روی مدت زمان جوانه‌زنی داشت. پژوهشگران گزارش کردند طی تنش شوری، سرعت جوانه‌زنی کاهش نشان داده و متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش پیدا می‌کند. تیمار بذور با هورمون اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک اسید بر سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی مؤثر بود. به نظر می‌رسد دلیل بالا بودن سرعت جوانه‌زنی، آزاد سازی آنزیم‌های تجزیه کننده کربوهیدرات و پروتئین در داخل بذر می‌باشد.[۲] بررسی‌ها نشان می‌دهد که در اولین مرحله جذب آب توسط بذر، حرکت آب در فضاهای بین سلولی انجام می‌گیرد که وابسته به پتانسیل اسمزی محلول اطراف نیست و در مرحله دوم، جذب آب آهسته و خطی است و حرکت آب در عرض غشای سلولی صورت می‌گیرد که توسط اختلاف پتانسیل اسمزی بین بذر و محیط اطراف تعیین می‌گردد. از سوی دیگر چنانچه محلول شوری بتواند به آسانی از عرض غشای سلولی عبور کند و وارد سیتوپلاسم سلول شود یک پمپ فعال متابولیک می‌تواند از تجمع یون‌ها جلوگیری نماید، با این حال تجمع یون‌ها در سیتوپلاسم منجر به تجمع و سمیت و کاهش دسترسی بعضی از عناصر ضروری می‌گردد. در نتیجه میانگین مدت زمان جوانه‌زنی کاهش می‌یابد.[۲]

طول گیاهچه

با افزایش تنش شوری طول گیاهچه کاهش می‌یابد. پژوهشگران دریافتند که طویل شدن گیاهچه شدیدا به واسطه سطوح بالای شوری موجود در محلول آبیاری بازداشته می‌شود. افزایش سطوح تنش شوری باعث بازدارندگی جذب آب به وسیله بذر می‌گردد پتانسیل اسمزی را افزایش می‌دهد.[۱] با پیش‌تیمار کردن بذرها در محلول آبسیزیک اسید و سطوح بالای جیبرلیک اسید کاهش طول گیاهچه با روند آهسته‌تری اتفاق می‌افتد. برخی مطالعات نشان می‌دهد نسبت سدیم به کلسیم در بذرهای پرایم شده تحت سطوح شوری یکسان به طور معنی‌داری کم می‌شود و مقاومت در برابر تنش شوری در بذرهای پیش‌تیمار شده از طریق افزایش تجمع کلسیم و پتاسیم با تنظیم اسمزی بواسطه تجمع محلول‌های آلی حاصل می‌گردد.[۲۳] بالاترین طول گیاهچه در شرایط بدون تنش مربوط به پیش‌تیمار شده با جیبرلیک اسید ۵۰۰ قسمت در میلیون و آبسیزیک اسید ۳٪ بود (شکل C-۱).

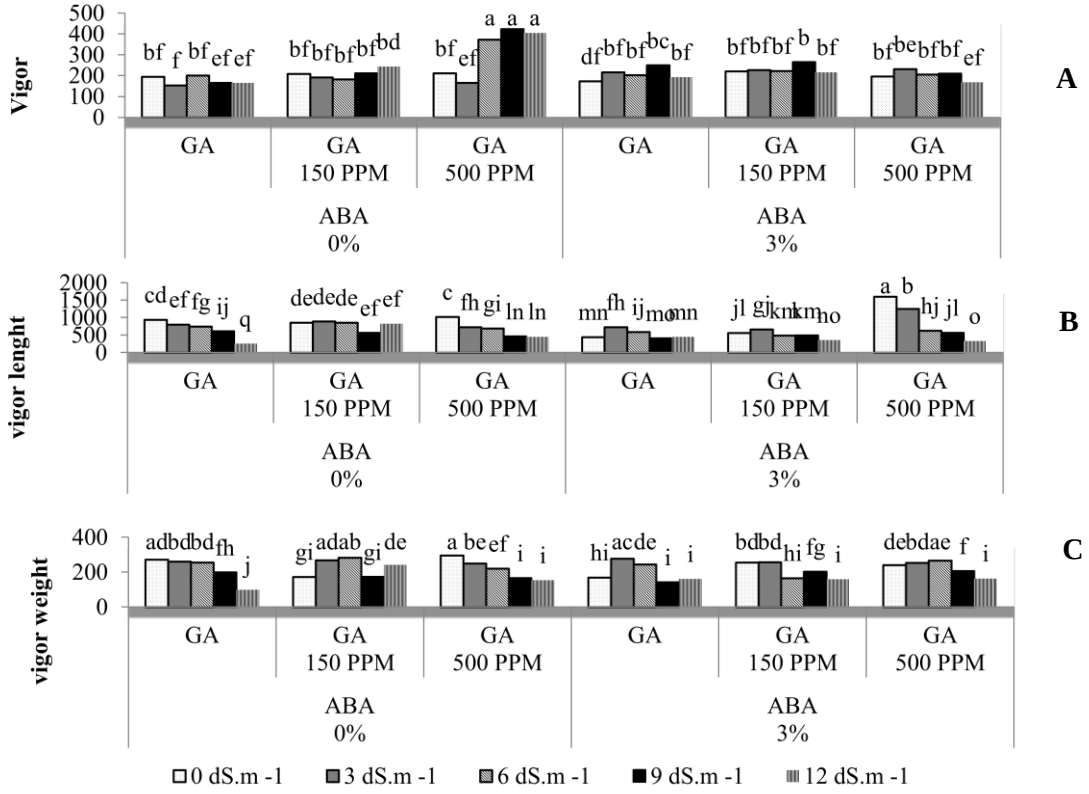
پیش‌تیمار بذر سبب افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی می‌گردد.[۱] علت برتری بذرهای پیش‌تیمار شده نسبت به پیش‌تیمار نشده در گونه‌های مختلف گیاهی را می‌توان چنین استنباط نمود که با کاربرد پیش‌تیمار بذر فاز دو جوانه‌زنی توسعه می‌یابد. یعنی از طریق کوتاه کردن مدت زمان سوخت و ساز، باعث تسریع جوانه‌زنی می‌گردد.[۲۰]

پیش‌تیمار بذر، منجر به افزایش سنتز پروتئین و دی‌ان‌ای شده و بر فسفولیپیدهای سلول غشایی در جنین نیز تاثیر می‌گذارد.[۱۶] با افزایش سطوح تنش شوری طول گیاهچه به مرور کاهش می‌یابد. تیمارهای جیبرلیک اسید تا میزان ۱۵۰ قسمت در میلیون در سطوح تنش شوری ۳، ۶ و ۱۲ دسی زیمنس به نسبت سایر تیمارها افزایش نشان دادند (شکل C-۱). گیاهچه‌هایی که در شرایط تیمار جیبرلیک اسید ۵۰۰ قسمت در میلیون و آبسیزیک اسید ۳٪ قرار داشتند و تحت تنش شوری با سطح ۳ دسی‌زیمنس قرار داشتند طول گیاهچه بیشتری را به خود اختصاص دادند. پیش تیمار هورمونی در بذرها تحت شرایط تنش محیطی باعث افزایش بنیه و رشد گیاهچه می‌گردد.[۴]

وزن خشک گیاهچه

با افزایش سطوح تنش شوری شاخص‌های جوانه‌زنی و همچنین وزن خشک گیاهچه کاهش یافت. نتایج نشان داد که کاهش در وزن خشک در پاسخ به شوری در نتیجه کاهش در وزن مواد مصرف شده در بذر و درصد کاهش در مواد ذخیره‌ای بذر می‌باشد. که این نتایج با سایر گزارش‌ها همخوانی دارد.[۱] اما زمانی که بذرها با جیبرلیک اسید ۱۵۰ قسمت در میلیون پیش تیمار شدند و تحت تنش شوری قرار داشتند نسبت به شاهد از وزن خشک بیشتری برخوردار شدند. در بین بذرهای پیش تیمار شده با جیبرلیک اسید در دو سطح ۱۵۰ و ۵۰۰ قسمت در میلیون آنهایی که تحت تنش شوری در سطح ۳ و ۹ دسی‌زیمنس قرار داشتند، وزن خشک بالایی را به خود اختصاص دادند (شکل D-۱).

تنش شوری سبب کاهش رشد اندام هوائی و ریشه می‌شود.[۶] تیمار گیاه با جیبرلیک اسید، میزان تقسیم سلولی مریستم رأسی ریشه‌های اولیه را که منجر به افزایش رشد طولی می‌شوند را زیاد می‌کند به نظر می‌رسد افزایش وزن خشک گیاهچه در ارتباط با افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تأثیر جیبرلیک اسید باشد. زیرا تنش شوری سبب کاهش تقسیم سلولی می‌گردد. عناصری مانند کادمیوم و سدیم از طریق تأثیر بر پمپ‌های پروتونی و اختلال در عملکرد آنها سبب کاهش رشد ناشی از کاهش تقسیم سلولی و طویل شدن سلول می‌شوند.[۲۷]



شکل ۲) اثر تلفیقی آبسیزیک و جیبرلیک اسید بر بنیه (A)، بنیه طولی (B)، بنیه وزنی (C) گیاهچه گلرنگ تحت تنش شوری

Figure 2) Abscisic and gibberellic effect on seedling vigor (A), length vigor (B) and weight vigor (C) of safflower plant under salinity stress

بنیه بذر

در تیمارهایی که هورمون دریافت نکردند بذرهایی که تحت تنش شوری ۹ و ۱۲ دسی زیمنس بودند بنیه پایینی را به خود اختصاص دادند. تیماری که تحت تنش شوری ۶ دسی زیمنس قرار گرفت از نظر بنیه بذر با شاهد تفاوت چندانی نشان نداد (شکل A-۲).

زمانی که بذرها پیش تیمار هورمون جیبرلیک اسید در سطح ۱۵۰ قسمت در میلیون را دریافت کردند بنیه آنها تا سطح شوری ۶ دسی زیمنس کاهش یافت، اما با افزایش تنش شوری تا سطح ۱۲ دسی زیمنس بنیه بذر افزایش نشان داد. افزایش سطح پیش تیمار هورمون جیبرلیک اسید تا سطح ۵۰۰ قسمت در میلیون اثر مثبتی بر بنیه بذرها در غلظت شوری بالا نشان داد به طوری که با افزایش شوری از شش دسی زیمنس تا ۱۲ دسی زیمنس بنیه بذر نسبت به شرایط بدون تنش یا تنش ۳ دسی زیمنس افزایش یافت. زمانی که بذرها به طور همزمان با هورمون جیبرلیک و آبسیزیک اسید پیش تیمار شدند، تیمارهایی که تحت شرایط شوری ۳ و ۶ دسی‌زیمنس قرار داشتند در شرایط از نظر بنیه بذر تفاوت چندانی نشان ندادند. اما بذرهایی که تحت شرایط تنش شوری بالا قرار داشتند با افزایش غلظت پیش تیمار هورمونی جیبرلیک اسید تا سطح ۱۵۰ قسمت در میلیون بنیه بالایی را به خود اختصاص دادند و با افزایش غلظت هورمون جیبرلیک اسید تا ۵۰۰ قسمت در میلیون بنیه بذرها کاهش یافت که نسبت به زمانی که پیش تیمار جیبیرلیک اسید را دریافت نکرده بودند تفاوت چندانی نشان ندادند. تحت تنش شوری با میزان بالا زمانی که تنها هورمون جیبیرلیک

اسید به بذر اعمال می‌شود بنیه بذر در مقایسه با زمانی که ترکیبی از هورمون آبسیزیک اسید و جیبرلیک اسید را دریافت کرده بودند، افزایش یافت (شکل A-۲). اسید آبسیزیک به عنوان یک واسطه در گیاه در پاسخ به تنش شوری عمل می‌کند و گیاهان را در شرایط نامساعد محیطی مانند تنش شوری حفظ می‌کند. خسارت تنش ناشی از مواجهه با سطوح شوری در گیاهان با اعمال غلظتی از آبسیزیک اسید قابل جبران است. همچنین تنش شوری منجر به افزایش شدید غلظت آبسیزیک اسید می‌گردد. با اعمال پیش تیمار آبسیزیک اسید، غلظت اسید آبسیزیک افزایش و منجر به مهار رشد و کاهش بنیه بذر می‌گردد.[۱۷]

بنیه طولی و وزنی بذر

با افزایش سطوح تنش شوری بنیه طولی و وزنی کاهش می‌یابند با کاربرد هورمون جیبرلیک اسید تا ۵۰۰ قسمت در میلیون کاهش بنیه طولی و وزنی از همین روند پیروی می‌کند اما میزان بنیه طولی و وزنی نسبت به شاهد بالاتر بود (شکل B-۲ و (شکل C-۲).

پیش تیمار بذرها با جیبرلیک اسید میزان کاهش بنیه طولی و وزنی را به نسبت شاهد با روند آهسته‌تری پیش برد. پس از تیمار با تنظیم کننده رشد مثل جیبرلیک اسید بنیه طولی و وزنی افزایش می‌یابند. رادیکال‌های آزاد حاصل از لیپید پراکسیداسیون به وسیله جیبرلیک اسید مهار می‌شوند.[۱۷] جیبرلیک اسید باعث افزایش بنیه بذرها در شرایط تنش شوری می‌گردد اما ترکیب جیبرلیک اسید با سایر هورمون‌ها فرایند متابولیکی متفاوتی را ایجاد می‌کند.[۲۴] کاربرد ترکیبی پیش تیمار جیبرلیک اسید و آبسیزیک اسید سوخت و ساز گیاه و بنیه بذر را افزایش می‌دهد.[۱۷] تنش شوری باعث به هم خوردن تعادل هورمونی شده و با افزایش غلظت جیبرلیک اسید در تنش شوری گیاهان به آن مقاوم می‌گردند.[۱۸]

نتیجه‌گیری کلی شوری باعث محدودیت در جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌شود. تنش به افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی به کاهش درصد ظهور گیاهچه می‌انجامد. پیش تیمار هورمونی بذر می‌تواند به عنوان یک روش در افزایش مقاومت گیاهان به شوری عمل نماید. پیش تیمار با افزایش جذب آب در گیاه از تأثیرات تنش شوری کاسته و به موجب آن سرعت و درصد جوانه‌زنی را بهبود می‌بخشد. پیش تیمارهای ترکیبی اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک تأثیر بهتری در مقایسه با پیش تیمار انفرادی بر درصد جوانه‌زنی و شاخص‌های بنیه داشت. اسید آبسیزیک در گیاه نیز افزایش یافته و در حضور جیبرلیک اسید، منجر به انطباق گیاه به شرایط شوری می‌گردد.

References

1. Amal M E, Heba IAH, Mohamed I (2014) The effect of the exogenous gibberellic acid on two salt stressed barley cultivars. European Scientific Journal 10(6): 1857 – 1881.
2. Amoaghaei R (2009) Effect of growth regulators on seed germination stimulating coma ferula ovina boiss. Iranian journal of plant biology 4(1): 55-64
3. Ansari A, Tavakol Afshari R, Sharifzadeh F, Shayan Far E (2014) The role of priming in the drug storage and seed germination under salt stress mountain rye (*Secale montanum*). Iran Field Crop Sciences 44 (2): 181-189. [in Persian with English abstract]
4. Bradford KJ (1995) Water relation in seed germination. In: J Kigel, G Galili (eds), Seed development and germination. Marcel Dekker 2(1): 351- 396
5. Cheragi F (2011) Evaluation of treatments to break dormancy and seed priming on germination and establishment Angelica herb (*Heracleum persicum* Def). Master Thesis. Birjand University, Birjand, Iran. [in Persian with English abstract]
6. Doulatabadian A, Modarres Sanavy SAM, Etemadi F (2008) Effect of Pretreatment of Salicylic acid on Wheat (Triticum aestivum L.) Seed Germination under Salt Stress. Iranian Biology 21(1): 692-702. [in Persian with English abstract]

7. Ebadi M (2013) Effect of germination characteristics Sahandi Salvia (Salvia Boiss & Buhse) under drought stress. Field Crops Research 10(4): 774-780. [in Persian with English abstract]
8. Eisvand HR, Alizadeh MA, Fekri A (2010) How hormonal priming of aged and nonaged seeds of Bromgrass affects seedling physiological characters, Journal of New Seeds 11(1): 52-64.
9. Fathi Amirkhiz K, Amini Dehaghi M, Heshmati S (2014) Effect of iron application methods on grain yield, yield components, oil content and fatty acids profile of spring safflower cv. Goldasht under deficit irrigation conditions, Iranian Journal of Crop Sciences 16(4): 308-321. [in Persian with English abstract]
10. Ghorbani Javid M, Sorooshzadeh A, Moradi F, Modarres Sanavy SAM, Allahdadi I (2011) The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Crop Science 5(6): 726-734.
11. Iqbal M, Ashraf M (2010) Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: Growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. Environmental and Experimental Botany 6(1): 521-536.
12. ISTA (2009) International Seed Testing Association, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3rd edition.
13. Khalegi Z (2011) Effect of priming seed hormone-releasing bacteria and the use of phosphorus on Growing corn in phosphorus and drought stress conditions, Crop production under environmental stress 3(4): 31-42. [in Persian with English abstract]
14. Khalesro Sh, Aghaalikhani M (2008) Effect of salinity and water Deficit stress on seed germination. Pajouhesh and Sazandegi 77(1): 153-163. [in Persian with English abstract]
15. Lari Yazdi H, Amiri H, Lak R (2009) Study of interaction effects between gibberellic acid and ascorbic acid on germination percentage and rate on two cultivar of *Brassica napus* L. (RGS & Hayola401) in different concentrations of NaCl. Journal of Biology 2(4): 45-50. [in Persian with English abstract]
16. Nelson C. P (2000) Water potential: The key to successful seed priming. Decagon Devices, Inc. AN4101- 1
17. Omidi H (2010) Changes of Proline Content and Activity of Antioxidative Enzymes in Two Canola Genotype under Drought Stress, American Journal of Plant Physiology 5: 338-349.
18. Parmoon Gh, Ebadi A, Ghaviazm A, Miri M (2013) Effect of seed priming on germination and seedling growth of chamomile under salinity, crop production 6(3): 145-164. [in Persian with English abstract]
19. Ramezani M, Rezaei Sokhtabendani R (2013) Effect of priming time on the quality of seed germination and Seedling sowing varieties with pod (Eski) *in vitro*. Crops 15(2):1-15. [in Persian with English abstract]
20. Saidi M, Moradi F, Ahmadi A, Postini K, Najafiyan G (2005) Effect of exogenous application of ABA and CK at different stage of grain development on some physiological aspects of source and sink relationship in two bread wheat cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 8(3): 262-282. [in Persian with English abstract]
21. Sharif Moghadas M, Omidi A (2009) Study superior genotypes external and internal safflower seed yield and oil Other important agronomic characteristics in water-limited conditions, New findings of Agriculture 4(1): 71-80. [in Persian with English abstract]
22. Sivirtepe N, Sivirtepe HO, Erifll A (2003) The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under conditions. Scientia Horticulturae 97, 229- 237.
23. Tavakol Afshar R, Badri S, Abasi AR (2010) Effect of Abscisic acid and gibberellin on germination and dormancy induced by acid and alkaline phosphatase enzyme activity in embryos of wheat seed varieties. Journal of Crop Science 41(4): 781-789. [in Persian with English abstract]
24. Yang T, Davies PJ, Reid JB (1996) Genetic dissection of the relative roles of auxin and gibberellin in the regulation of stem elongation in intact light-grown peas. Plant Physiology 110 (2): 1029-1034
25. Yurekli F, Banu Porgali Z, Turkan I (2004) variations in abscisic acid, indole-3-acetic acid, gibberellic acid and zeatin concentrations in two bean species subjected to salt stress. Acta biologica cracoviensia Series Botanica 46(1): 201–212.
26. Yurekli F, Turkan I, Banu Porgali Z, Topcuoglu SF (2001) Indoleacetic acid, gibberellic acid, zeatin, and abscisic acid levels in NaCl-treated tomato species differing in salt tolerance, Plant Sciences 49(1): 269–277.
27. Zare M (2006) Investigation of Ga3 and kinetin effects on seed germination and seedling growth of wheat under salinity stress. Journal of Agricultural Ssciences 12(4): 855-865. [in Persian with English abstract]

Effect of safflower seeds priming with abscisic and gibberellic acid on germination indices in salinity stress condition

Agroecology Journal
Volume 11, Issue 4, pages 1-11
winter, 2015

Nasrin Sadat Esanejad *

Master of Agronomy
Agriculture Faculty
Shahed University
Tehran, Iran

Email ✉: n.esanejad@gmail.com

(corresponding author)

Heshmat Omidi

Associate professor of Agronomy Department
Agriculture Faculty
Shahed University
Tehran, Iran

Email ✉: omidi@shahed.ac.ir

Arezoo Paraver

Master of Agronomy
Agriculture Faculty
Shahed University
Tehran, Iran

Email ✉: paravararezoo@yahoo.com

Received: 10 Novermber 2015 **Accepted:** 07 Februrary 2016

ABSTRACT This study was carried out to determine the effect of hormonal priming to improve seed germination and initial growth of safflower seeds under salt stress. The experiment was done using factorial experiment based on completely randomized design in three repetitions in Seed Technology Laboratory of Shahed University. Safflower seeds primed with 3% abscisic acid and 150 and 500 ppm of gibberellic acid then were placed under salinity stress condition of the natural salt of Qom lake (0, 3, 6, 9 and 12 $dS.m^{-1}$). The germination indicies were measured. Priming seeds with gibberellic and abscisic acid relatively reduced the effect of salinity on seed germination and seedling growth and improved the germination and initial growth in low water potential condition. Gibberllic acid was more effective than abscisic acid. Priming with combination of 500 ppm gibberellic acid and 3% abscisic acid % combination had the greatest effect on germination percent, seedling length and seedling dry matter. Howerer, priming decreased the mean germination time. Priming with 500 ppm gibberellic acid and 3% abscisic acid combination under salinity conditions reduced the negative effects of salinity by increasing the water uptake in the plant, resulted in improvement of germination percentage, seedling length and seedling dry matter and length and weight vigor indecies. On the whole, priming of safflower seeds with combined priming increased the seeds resistance to the drought stress, therefore the seedlings with strong vigor and high germination percentage were produced.

Keywords:
- combined priming
- hormonal priming
- seed priming
- water deficit stress
- water potential