فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۱ شماره ۱ صفحات ۸۲ – ۷۵
(بهار ۱۳۹۴)

اثر پیش‌تیمار بذور با جیبرلیک اسید بر شاخص‌های جوانه‌زنی علف گندمی تحت تنش خشکی

سیدجلال یدالهی نوش‌آبادی *
دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی
دانشگاه تهران
کرج، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
yadolahi.j20@gmail.com

فرزاد شریف‌زاده
دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات
دانشگاه تهران
کرج، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
sharifz@ut.ac.ir

* مسول مکاتبات

چکیده پیش‌تیمار بذر موجب بهبود صفات جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه و افزایش کارایی بذر در شرایط تنش‌های محیطی می‌شود. به منظور تعیین اثر پیش‌تیمار جیبرلیک اسید بر رفتار جوانه‌زنی گیاه مرتعی علف گندمی (*Agropyron elongatum*) تحت شرایط تنش بحرانی خشکی با استفاده از پتانسیل ۱۲- بار ایجاد شده با پلی‌اتیلن‌گلایکول، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار طراحی و اجرا شد. بذور به مدت ۱۲ و ۲۴ ساعت در دمای ۱۰ و ۲۰ درجه سلسیوس در سه سطح ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ قسمت در میلیون جیبرلیک اسید تیمار شدند. اعمال پیش‌تیمار روی کلیه صفات مورد بررسی اثر معنی‌داری داشت. غلظت های ۲۵ و ۵۰ قسمت در میلیون جیبرلیک اسید به عنوان بهترین پیش‌تیمارها بودند که توانست درصد جوانه‌زنی کل، درصد گیاهچه‌های سالم و شاخص طولی بنیه گیاهچه را به شکل معنی‌داری افزایش دهد. دمای ۱۰ درجه سلسیوس نسبت به ۲۰ درجه و مدت زمان ۱۲ ساعت نسبت به ۲۴ ساعت نتایج بهتری در پی داشت و درصد جوانه‌زنی و ایجاد گیاهچه‌های سالم را به شکل معنی‌داری افزایش داد. در کل، اثرات مفید پیش‌تیمار بذر با جیبرلیک اسید برای بهبود کارایی جوانه‌زنی بذر علف گندمی به ویژه در شرایط تنش خشکی اثبات گردید.

شناسه مقاله:
نوع مقاله: **پژوهشی**
تاریخ پژوهش: **۱۳۹۱**
تاریخ دریافت: **۹۳/۰۶/۲۳**
تاریخ پذیرش: **۹۳/۱۱/۱۱**

واژه‌های کلیدی:
- ***Agropyron elongatum***
- **استقرار گیاهچه**
- **بهبود جوانه‌زنی**
- **پرایمینگ بذر**
- **تیمار هورمونی**

مقدمه اگروپایرون با نام‌های عمومی علف گندمی[1]، علف گندمی بلند، علف گندمی شور و علف گندمی‌خوشه‌ای یکی از مهم‌ترین جنس‌های علوفه‌ای در مناطق معتدله جهان و از تیره گندمیان می‌باشد. این گیاه جزو گونه‌های فصل سرد و دایمی به حساب می‌آید، جوانه‌زنی بذر اکثر اگروپایرون‌ها سریع بوده اما چند گونه از جمله *Agropyron elongatum* و *Agropyron smithii* تأخیر در جوانه‌زنی نشان می‌دهند.[۵]

تنش‌های محیطی مثل دمای پایین و خشکی علاوه بر کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و استقرار نامناسب گیاهچه موجب افزایش گونه‌های فعال اکسیژن و تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌گردند.[۳] یکی از راه‌های رفع خسارت‌های ناشی از تنش، استفاده از روش پیش‌تیمار بذر با ترکیبات مختلف می‌باشد که موجب بهبود صفات جوانه‌زنی می‌گردد و آغازگر فعالیت‌های متابولیکی که به طورعادی در حین جذب آب رخ می‌دهند، خواهند شد و در نتیجه با خشک کردن بذر، این فعالیت‌ها هم متوقف خواهند گردید. در این روش بذر تا مرحله دوم آبنوشی پیش می‌رود ولی وارد مرحله سوم آبنوشی نمی‌شود.[۵] عموماً جوانه‌زنی بذر شامل سه مرحله متمایز است. مرحله اول جذب است که در آن آب توسط بذر جذب شده، اما فعالیت متابولیکی اندکی اتفاق می افتد؛ مرحله دو، یک فاز تأخیری است که در آن مقدار خیلی کمی آب جذب بذر شده، اما فعالیت متابولیکی بذر قابل توجه است؛ و مرحله سه، با افزایش در محتوای آب همزمان با رشد ریشه‌چه مشخص خواهد شد.[۲] مدت زمان مرحله سه از اهمیت خاصی برخوردار است، چرا که جوانه‌زنی طی آن کامل شده و این مرحله همزمان با آغاز رشد جنین است. مدت زمان مرحله دوم و سوم در بذور پیش تیمار شده نسبت به بذور پیش تیمار نشده کاهش می‌یابد.[۱]

مطالعات زیادی در خصوص تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر بهبود صفات جوانه‌زنی در شرایط تنش‌های خشکی، شوری و سرما انجام شده است. از جمله *کائور و همکاران (۱۹۹۸)* گزارش کردند که پیش تیمار بذور با اسید جیبرلیک موجب بهبود جوانه‌زنی و رشد نخود ایرانی در طی تنش خشکی شد.[۷] *عیسوند و همکاران (۲۰۰۸)* در بررسی اثر پیش‌تیمار هورمونی بر علف گندمی بلند در طی تنش خشکی گزارش کردند که خشکی سبب کاهش سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر، وزن تر گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول کل گیاهچه شده و پیش‌تیمار موجب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش شد.[۴] همچنین *پرمون و همکاران (۲۰۱۴)* اثر پیش‌تیمار هورمونی را بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بابونه در شرایط تنش شوری مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که پیش‌تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک - جیبرلیک بیشترین تأثیر را بر درصد جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم کاتالاز[2] دارد.[۹] جیبرلین‌ها[3] شامل گروهی از هورمون‌ها هستند که بیشترین دخالت مستقیم را در تنظیم و تسهیل جوانه‌زنی بذر دارند. افزایش ساخت و آزادسازی هورمون اسید جیبرلیک[4] در بذر موجب شکسته شدن نشاسته بذر و تبدیل آن به مواد قابل استفاده جنین شده و جوانه‌زنی شروع می‌شود. اسید جیبرلیک باعث فعال‌سازی متابولیسم، هضم مواد ذخیره ای و انتقال به جنین، تقسیم رشد سلولی شده و همچنین در تنظیم فرایندهایی مانند رشد ساقه چه و جوانه‌زنی نقش به سزایی دارد.[۱۰] نقش اصلی این هورمون که توسط جنین بذر ترشح

[1] wheatgrass

[2] catalase
[3] gibberellins
[4] gibberellic acid (GA)

می‌شود، فعال نمودن ژن کدکننده آنزیم‌های دخیل در جوانه‌زنی بذر به ویژه آنزیم آلفا آمیلاز[1] است که این عمل را از طریق افزایش آر.ان.ا.های پیام‌بر[2] کدکننده این آنزیم انجام می‌دهد.[۶] *به گزارش کائور و همکاران (۱۹۹۸)* در شرایط تنش خشکی، جیبرلیک اسید فعالیت آمیلاز را در لپه‌های گیاهچه‌های نخود به شکل معنی‌داری افزایش می‌دهد.[۷]

این مطالعه با هدف مهار آثار زیان‌بار خشکی بر جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست‌های گیاه علف گندمی توسط جیبرلیک اسید و بهبود صفات جوانه‌زنی این گیاه در شرایط تنش خشکی صورت گرفت.

مواد و روش ها بذور گیاه علف گندمی از سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور وابسته به اداره کل منابع طبیعی استان همدان تهیه شد. برداشت بذرها در سال ۱۳۸۵ انجام شده و در بانک ژن پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران نگهداری می‌شد. جهت اجرای پیش‌تیمار بذور مراحل زیر انجام شد.

برای تعیین پتانسیل بحرانی رطوبتی جوانه‌زنی با استفاده از محلول اسمزی پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰، پتانسیل‌های اسمزی ۱۶- و۱۴- ، ۱۲- ، ۱۰- ، ۸- ، ۶- ، ۴- و ۲- بار با استفاده از فرمول *میشل - کافمن (۱۹۷۳)* در دمای استاندارد جوانه‌زنی ۲۰ درجه سلسیوس ایجاد نموده و جوانه‌زنی بذور در این پتانسیل‌ها مورد بررسی و بر اساس آن پتانسیل ۱۲- بار حاصل از محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول به عنوان شرایط بحرانی تنش انتخاب شد.[۱۰]

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار ۵۰ بذری انجام شد.

پس از آماده شدن محلول پیش‌تیمار جیبرلیک اسید[3]، ۲۰ میلی‌لیتر از محلول به ظروف پتری بزرگ (قطر دهانه ۳۰ سانتیمتری) حاوی بذور اضافه و در نهایت تشتک‌های پتری در دمای ۱۰ و ۲۰ درجه سلسیوس و در تاریکی به مدت ۱۲ و ۲۴ ساعت قرار گرفتند. سپس بذور سه بار با آب مقطر سترون شستشو شده و بین دو کاغذ کاهی سترون به مدت ۲۴ ساعت در همان دمایی که پیش تیمار شده‌اند قرار داده شد تا بذور خشک شوند.

بذور پیش‌تیمار و خشک شده توسط هیپوکلریت سدیم ۵٪ ضدعفونی سطحی شده و به ظروف پتری با قطر دهانه ۱۰ سانتیمتری شیشه‌ای سترون روی دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۱[4] منتقل شد. سپس ۵ میلی‌لیتر آب مقطر سترون به ظروف پتری اضافه و هر چهار ظرف پتری درون یک پلاستیک و داخل ژرمیناتور با دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفت.

ارزیابی جوانه‌زنی به صورت روزانه و به مدت ۲۱ روز انجام گرفت و بذوری که دارای ۲ الی ۳ میلی‌متر طول ریشه‌چه بودند به عنوان بذر جوانه‌زده تلقی شدند. پس از پایان این دوره درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و گیاهچه با استفاده با استفاده از روش استاندارد ایستا[5] اندازه‌گیری شد.[۱۱]

تجزیه واریانس بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS ver. 19 و MSTAT-C انجام شد.

فاکتورهای آزمایشی شامل غلظت اسید جیبرلیک، دمای پیش‌تیمار و مدت زمان پیش‌تیمار بودند. همچنین مقایسه میانگین با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ انجام شد.

[1] α-amylase enzyme
[2] messenger RNA
[3] gibberellic acid (Merck Co., Germany)
[4] filter paper (Whatman®, No. 1)
[5] ISTA standard method

نتایج و بحث اثر متقابل غلظت هورمون و دما و زمان بر کلیه صفات جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱).

درصد جوانه‌زنی کل

پیش‌تیمار بذور با جیبرلیک اسید قادر بوده درصد جوانه‌زنی بذور علف گندمی را در شرایط تنش خشکی ۱۲- بار تا حد زیادی افزایش دهد به طوری که تیمار غلظت ۲۵ و۵۰ قسمت در میلیون، مدت ۱۲ ساعت در ۱۰ درجه سلسیوس، درصد جوانه زنی را حدود ۵۰٪ نسبت به شاهد در شرایط تنش افزایش داد. پایین‌ترین میزان جوانه‌زنی در تیمار غلظت ۵۰ قسمت در میلیون، مدت ۱۲ ساعت در ۲۰ درجه سلسیوس حاصل شد (جدول ۲).

درصد گیاهچه‌های سالم

در شرایط تنش خشکی ۱۲- بار، بالاترین درصد گیاهچه‌های سالم متعلق به تیمارهای جیبرلیک اسید ۲۵ و ۵۰ قسمت در میلیون، دمای ۱۰ درجه و مدت ۱۲ ساعت پیش تیمار بود که با دیگر تیمارهای پیش تیمار اختلاف معنی‌داری داشت. هر دو پیش تیمار قادر بودند درصد گیاهچه سالم را به طرز چشمگیری نسبت به شاهد افزایش دهد که این تیمار با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری بودند. در تیمار غلظت ۵۰ قسمت در میلیون ، مدت ۱۲ ساعت در ۲۰ درجه سلسیوس، هیچ گیاهچه سالمی حاصل نشد (جدول۲).

سرعت جوانه‌زنی

در تیمار ۱۰ درجه، ۱۲ ساعت و غلظت هورمون ۵۰ پی پی ام بالاترین سرعت جوانه زنی بدست آمد، هم چنین پایین ترین سرعت جوانه زنی مربوط به تیمار ۵۰ پی پی ام ، مدت ۱۲ ساعت در ۲۰ درجه سلسیوس بود. در سطح ۱۰۰ قسمت در میلیون هورمون جیبرلیک اسید و دمای ۲۰ درجه سلسیوس با افزایش مدت پیش تیمار به ۲۴ ساعت، نتایج بهتری حاصل شد. تیمار بذور با جیبرلیک اسید قادر به افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی بذور تیمار شده نسبت به شاهد در شرایط تنش خشکی ۱۲- بار می باشد. (جدول۲).

طول ریشه‌چه

اثرات متقابل غلظت هورمون، مدت زمان و دما بر طول ریشه‌چه معنی‌دار بود و به صورت کلی در زمان‌های ۲۴ ساعت نسبت به ۱۲ ساعت، مقادیر طول ریشه‌چه بیشتری حاصل شد. کمترین طول ریشه‌چه مربوط به تیمار غلظت ۵۰ قسمت در میلیون، مدت زمان ۱۲ ساعت در ۲۰ درجه سلسیوس بود و بیشترین طول ریشه‌چه در تیمارهای ۵۰ قسمت در میلیون، ۲۴ ساعت در ۱۰ درجه سلسیوس و ۱۰۰ قسمت در میلیون، ۱۲ ساعت در ۱۰ درجه سلسیوس حاصل شد (جدول ۲).

طول ساقه چه

اثرات متقابل غلظت هورمون، مدت زمان و دما بر طول ریشه‌چه معنی دار بود (جدول۱). بیشترین طول ریشه‌چه در ۲۵ و ۵۰ قسمت در میلیون، مدت ۱۲ ساعت در ۱۰ درجه سلسیوس به دست آمد (جدول ۲).

طول و بنیه گیاهچه

اثرات متقابل غلظت هورمون، مدت زمان و دما بر طول گیاهچه و شاخص طولی بنیه گیاهچه معنی‌دار بود (جدول۱). روند تغییرات این شاخص مشابه تغییرات درصد گیاهچه های سالم بود و بالاترین شاخص طولی بنیه گیاهچه در تیمار جیبرلیک اسید ۲۵ و ۵۰ قسمت در میلیون، دمای ۱۰ درجه سلسیوس و مدت۱۲ ساعت پیش تیمار بود که با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲).

جدول ۱) تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف گندمی پیش تیمار شده با جیبرلیک اسید تحت تنش خشکی

Table 1) Analysis of variance of germination and initial growth indices of wheatgrass primed by gibberellic acid (GA) under drought stress

Source of variation	df	germination percentage	normal seedling percentage	abnormal seedling percentage	germination rate	time of germination	radicle length	plumule length	seedling length	seedling vigure
GA (C)	2	267.25 *	466.75**	129.00*	1.76*	14.48**	0.08ns	4.15**	3.69**	18856.36**
Temperature (Te)	1	2133.33*	1925.33**	5.333ns	1.06ns	98.04**	1.28**	15.37**	25.50**	100123.54**
Time (Ti)	1	176.33ns	833.33**	243.00*	10.75**	105.52**	2.49**	10.75**	2.89**	33691.04**
HC*Te	2	317.58*	495.08**	22.33ns	0.20ns	22.79**	0.01ns	3.75**	3.77**	23442.69**
HC*Ti	2	1355.58**	459.08**	247.00*	7.94**	10.30**	0.24*	3.79**	3.46**	29016.46**
Te*Ti	1	2028.00**	1728.00**	12.00ns	5.28*	3.40*	1.00**	15.50**	24.38**	100895.67**
C*Te*Ti	2	219.250*	265.75**	247.00*	3.01*	7.26**	0.22*	3.60**	2.32**	13813.20**
Error	36	63	13.11	32.83	0.46	0.50	0.07	0.05	0.17	606.44
CV (%)	-	21.89	34.48	22.25	25.32	8.84	23.87	28.06	22.38	28.87

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

*, **, and ns: are significant at 5%, 1%, and none-significant, respectively.

جدول ۲) اثر متقابل سطوح جیبرلیک‌اسید، دما و زمان بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف گندمی تحت تنش خشکی

Table 2) Interaction of gibberellic acid (GA), time and temperature on wheatgrass germination and seedling growth indices under drought stress

treatments											
GA concentration (ppm)	temperature (°c)	priming time (hour)	germination (%)	normal seedling (%)	abnormal seedling (%)	germination rate	time of germination	radicle length (cm)	plumule length (cm)	seedling length (cm)	seedling vigure
25	10	12	42 a	16.5 a	25.5 abc	1.7 bc	12.67 a	0.88 bc	1.88 a	2.8 a	115.9 a
		24	20 bcd	3.0 b	17.0 cde	1.0 b-e	9.74 b	0.94 b	0.07 bc	1.0 b-e	21.7 bc
	20	12	32 ab	2.5 b	29.5 ab	0.6 def	8.08 bc	0.54 cde	0.02 bc	0.6 def	18.7 bc
		24	10 de	1.5 b	8.5 ef	0.8 c-f	5.85 c	0.71 bcd	0.10 bc	0.8 c-f	8.5 bc
50	10	12	42 a	16.5 a	25.5 abc	2.8 a	12.69 a	0.88 bc	1.88 a	2.8 a	115.9 a
		24	27.5 abc	4.5 b	23 a-d	1.6 b	6.79 c	1.34 a	0.25 bc	0.6 b	44.0 b
	20	12	4 e	0.0 b	4 f	0.3 f	7.71 bc	0.33 e	0.00 c	0.3 f	1.7 c
		24	24.5 bcd	6.0 b	18.5 b-e	0.9 cde	5.48 c	0.55 cde	0.42 b	0.9 cde	33.4 bc
100	10	12	25.5 bc	4.5 b	21.0 a-d	1.6 b	6.34 c	1.31 a	0.26 bc	1.6 b	48.2 b
		24	20 bcd	2.5 b	17.5 cde	1.2 b	7.31 bc	1.00 ab	0.175bc	1.2 bc	6.3 bc
	20	12	14.5 cde	1 b	13.5 def	0.4 ef	10.06 ab	0.40 de	0.012bc	0.4 ef	6.3 bc
		24	33.5 ab	3 b	30.5 a	1.1 bcd	5.77 c	0.91 b	0.18bc	1.1 bcd	41.0 b
Control	-	-	21bcd	2b	30.0 a	0.2 f	8.7 bc	0.31e	0.00 c	0.29 f	2.3 c

پایین‌ترین میزان این شاخص مربوط به تیمار ۵۰ قسمت در میلیون، مدت ۱۲ ساعت در ۲۰ درجه سلسیوس درجه بود (جدول ۲).

اثر پیش تیمار جیبرلیک اسید بر کلیه صفات جوانه‌زنی به جز طول ریشه‌چه معنی-دار بود که با نتایج *عیسوند و همکاران (۲۰۰۸)* مطابقت دارد. اثرات متقابل غلظت هورمون، دما و زمان بر کلیه صفات جوانه‌زنی معنی‌دار بود. هم چنین اثرات متقابل دوگانه غلظت هورمون، دما بر کلیه صفات به جز طول ریشه چه و سرعت جوانه-زنی و همچنین اثرات متقابل غلظت هورمون، زمان در کلیه صفات جوانه زنی معنی دار بود (جدول۱).

تیمارهای ۲۵ و۵۰ قسمت در میلیون جیبرلیک اسید، مدت ۱۲ ساعت در ۱۰ درجه سلسیوس توانست بالاترین درصد جوانه‌زنی و گیاهچه سالم، طول ساقه‌چه و گیاهچه و ویگور را از آن خود کند (جدول۲). بالاترین سرعت جوانه‌زنی متعلق به تیمار ۵۰ قسمت در میلیون، مدت ۱۲ ساعت در ۱۰ درجه سلسیوس و بیشترین طول ریشه چه در تیمار ۵۰ قسمت در میلیون، مدت ۲۴ ساعت در ۱۰ درجه سلسیوس حاصل شد (جدول ۲). در حالت کلی در دمای پایین‌تر یعنی ۱۰ درجه سلسیوس، بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی مشهودتر بود که با نتایج برخی پژوهش-های انجام شده مطابق بود از جمله *صادق آزادی و همکاران (۲۰۱۲)* با بررسی اثر غلظت های مختلف جیبرلیک اسید بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر چاودار کوهی نشان دادند که تیمار ۵۰ قسمت در میلیون جیبرلیک اسید در دمای ۱۰ درجه سطح تنش خشکی ۱۰- بار، بیشترین اثر مثبت را در افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی داشت و پیش تیمار بذر در دمای ۱۰ درجه در مقایسه با دمای ۱۵ درجه نتیجه بهتری را به نمایش گذاشت.[۱۲] تیمارهای غلظت ۲۵ و ۵۰ قسمت در میلیون، مدت ۱۲ ساعت در ۱۰ درجه سلسیوس به عنوان بهترین تیمار برای بهبود صفات جوانه‌زنی بذر علف گندمی تحت پتانسیل ۱۲- بار خشکی معرفی می‌شود که در بهبود اکثر شاخص های جوانه زنی با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد.

نتیجه گیری کلی اعمال تنش خشکی با پلی اتیلن گلایکول باعث کاهش شاخص‌های جوانه زنی علف گندمی گردید و با افزایش سطوح تنش خشکی، کاهش این شاخص‌ها نیز چشمگیرتر شد. پیش تیمار بذر با جیبرلیک اسید می‌تواند به عنوان یک روش مناسب در افزایش مقاومت گیاه علف گندمی به خشکی در مرحله ابتدایی رشد عمل نماید و صفات جوانه‌زنی را بهبود بخشد. سطوح پایین‌تر غلظت جیبرلیک اسید و دمای پایین‌تر در بهبود صفات جوانه‌زنی علف گندمی در شرایط تنش خشکی بهتر عمل می‌کند.

References

1. Bradford KJ, (1995) Water relations in seed germination, in seed development and germination. In: Kigel J, Galili G. (eds.) Seed development and germination. Marcel Dekker Incorporation: New York. 351-396.
2. Bradford KJ, Bewley JD (2002). Seeds: Biology, technology and role in agriculture. In: Chrispeels MJ, Sadava DE (eds). Plants, Genes and Crop Biotechnology. 2nd Edition, Jones and Bartlett: Boston.
3. Bradford KJ, Bewley JD (2002) Seeds: Biology, Technology and Role in Agriculture. 210.239.
4. Copeland LC, McDonald MB (1985) Principles of Seed Science and Technology. Kluwer Academic Publishers (2nd edition), Norwell: Massachusetts.
5. Eisavand HR, Tavakol Afshari R, Sharifzade F, Madah Arefi, H, Hesamzade Hejazi M (2008) Improving physiological quality of aged Wheat Grass seed by using hormonal priming under water stress and non-stress conditions. Iranian Journal of Crop Science 39: 53-65.
6. Heidari Sharif Abad H, Dorry MA (2003) Research institute of forest and rangelands. Forage Grasses Journal (in Persian with English abstract) 2: 311-320.
7. Li M, Leung WM (2000) Starch accumulation is associated with adventitious root formation in hypocotyls cutting of *Pinus radiate*. Journal of Plant Growth Regulation 19: 423-42.
8. Kaur SA, Gupta K, Kaur N (1998) Giberellic acid and kinetin partially reverse the effect of water stress on germination and seed ling growth in chickpea. Plant growth regulation 25: 29-33.
9. Michel BE, Kaufmann MR (1973) The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Journal of Plant Physiology 51: 914-916.
10. Permon G (2014) Effect of seed priming on chamomile germination and seedling growth at salinity conditions. Journal of crop production 6: 145-164.
11. Scott S.J, Jones R.A, Williams W.A (1984) Review of data analysis methods for seed germination. Journal of Crop Science 24: 1192-1199.
12. Seed Testing International (ISTA News Bulletin), No. 140. Available on-line as <https://www.seedtest.org> on 07 October 2010.
13. Sodegh Azadi M, Bahari A, Yonesi A (2012) Preparation wild rye seed with gibberellic acid to improve germination under stress. The 3rd National Conference on Pasture, Watersheds and Desert. Medicine Source Faculty: Iran 39-45.

Gibberellic acid priming effect on *Agropyron elongatum* seed germination indices under drought stress

Vol. 11, No. 1 (75-82)
Spring, 2015

Seyyed Jalal Yadollahi Nooshabadi *

PhD Student of
College of Agriculture and Natural Resources
University of Tehran
Karaj, Iran

Email ✉:
yadolahi.j20@gmail.com
(corresponding author)

Farzad Sharifzade

Associated professor
College of Agriculture and Natural Resources
University of Tehran
Karaj, Iran

Email ✉:
sharifz@ut.ac.ir

Received: 14 September 2014 **Accepted:** 31 January, 2015

ABSTRACT Seed priming pretreatment improves germination characteristics , seedling establishment and increase of seed performance under environmental stress conditions. This experiment was conducted as factorial based on a completely randomized design with four replications using osmotic potential of -12 bar prepared by polyethylene glycol in order to evaluate the effects of gibberellic acid (GA) pretreatments on the behaviour of seed germination of *Agropyron elongatom* under drought stress. . Seeds were primed for 12 and 24 hours at two temperatures of 10 and 20°C with GA in three levels of 25, 50 and 100 ppm . All seed pretreatments had significant effect on the whole studied characteristics. Concentration of 25 ppm with GA was the best pretreatment which could increase significantly the whole germination percentage, normal seedling percentage, and length index of seedling vigor.The results obtained in temperature 10 and time duration of 12 were better in comparison to temperature 20 and time duration of 24 and significantly increased the germination and normal seedling percentage. Totally,the useful effects of seed pretreatment method with GA was confirmed for improving the seed germination performance of *Agropyron elongatom* especially in drought stress condition.

Keywords:
- germination improvement
- hormonal treatment
- seed priming
- seedling establishment