

تأثیر پرایمینگ بذر بر بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه یونجه (*Medicago sativa*) تحت تنش سرما

محمود برومند^{۱*}، علی گزانچیان^۲، علی اکبر عامری^۳

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد

^۲ استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

^۳ استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۲۶

چکیده

سرما از مهمترین عوامل موثر در کاهش درصد جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه یونجه می‌باشد. پرایمینگ بذر تکنیکی است که می‌تواند سبب بهبود جوانه‌زنی و رویش گیاهچه تحت تنش‌های محیطی باشد. هدف این تحقیق تأثیر پرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه یونجه دائمی تحت تأثیر ۱۸ تیمار پرایمینگ بذر شامل جیبرلیک ۲۰ و ۴۰ پی‌پی‌ام، اسید سالیسیلیک ۰/۱ و ۰/۲ میلی‌مولار و آب مقطر ۸ و ۱۶ ساعت، کود بیوماتیس گرو (۳۰٪ فسفر و ۲۰٪ پتاسیم) ۲ و ۴ در هزار و بذرمال هیومیکس (۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک و ۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک) ۲ گرم در لیتر ۸ و ۱۲ ساعت در پاسخ به سه دمای پایین، نیمه مطلوب و مطلوب به ترتیب شب و روز (۰ و ۱۰؛ ۵ و ۱۵؛ ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) بر جوانه‌زنی و پارامترهای رشدی گیاهچه یونجه دائمی در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در شرایط آزمایشگاه دانشگاه آزاد واحد بجنورد بود. نتایج نشان داد که بین تیمارهای دمایی شامل دمای پایین، نیمه‌مطلوب و مطلوب در مورد صفت درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. اسیدسالیسیلیک ۰/۲ میلی‌مولار ۱۶ ساعت برای متوسط سه دما سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد ۴۲٪ افزایش داد. این تیمار مدت زمان تا ۵۰٪ جوانه‌زنی را ۵۹٪ کاهش داد. بیشترین تأثیر بر صفات مربوط به رشد گیاهچه را در بین تیمارهای پرایمینگ بذر، تیمار آب مقطر ۸ ساعت بر طول ریشه‌چه داشت که این صفت را نسبت به شاهد ۲۷/۳٪ افزایش داد. صفات مربوط به اجزاء گیاهچه در دمای مطلوب جوانه‌زنی نسبت به دمای پایین ۱۰۰٪ افزایش نشان داد. در مجموع تیمار جیبرلیک ۴۰ پی‌پی‌ام به مدت ۸ ساعت بیشترین تأثیر را بر بهبود اجزای گیاهچه در دماهای مختلف نشان داد.

واژگان کلیدی: پرایمینگ، تنش سرما، جوانه‌زنی بذر، یونجه

مقدمه

یونجه (*Medicago sativa* L.) گیاهی است علوفه‌ای که از نظر ارزش غذایی، حفاظت خاک و همچنین مقاومت به سرما در صدر گیاهان علوفه‌ای قرار دارد (Karimi, 1980). دمای پایه و مطلوب برای جوانه‌زنی یونجه به ترتیب ۲ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. جوانه‌زنی شامل انتقال مواد ذخیره‌ای به محور جنین و شروع فعالیت‌های متابولیک

*نویسنده مسئول: mahmand66@gmail.com

و رشد آن است. این مرحله از زندگی گیاهان زراعی، نقش تعیین کننده‌ای در استقرار مناسب گیاه و عملکرد نهایی آن دارد (Almansouri et al., 2001). جوانه‌زنی بذر به معنی خروج ریشه‌چه از میان پوسته بذر (به اندازه ۲ میلی‌متر) و توسعه یک بذر از حالت استراحت و شروع مراحل رشد گیاه می‌باشد. (Bewley and Black, 1994).

گیاهان در عکس‌العمل به تنش‌های محیطی از سازکارهای دفاعی گوناگونی بهره می‌گیرند (Horvath et al., 2007). خصوصیت عمومی و مشترک بسیاری از گونه‌های گیاهی از جمله یونجه این است که وقتی در معرض دمای پایین^۱ (نه سرمازدگی^۲) بین ۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد قرار می‌گیرند دچار تنش سرما می‌شوند (Reza et al., 2006). از نتایج سرما می‌توان به شکسته شدن زنجیره انتقال الکترون و تولید O₂ (سوپر اکسید)، H₂O₂ (پراکسید هیدروژن) و OH (رادیکال هیدروکسیل) اشاره کرد (Anderws et al., 1985). احتمالاً اثر اصلی تنش سرما، در مرحله جذب آب در فرایند جوانه‌زنی بذر رخ می‌دهد (Orr et al., 1983).

یکی از راه‌هایی که باعث بهبود جوانه‌زنی در شرایط رطوبت کم و دمای پایین می‌شود پرایمینگ بذر است که در این روش به بذر اجازه داده می‌شود مقداری آب جذب کند به طوری که مراحل اولیه‌ی جوانه‌زنی انجام شود. به عبارت دیگر بذر تا مرحله دوم جذب آب پیش می‌رود، اما وارد مرحله سوم نمی‌شود. بعد از تیمار پرایمینگ بذرهای خشک شده و همانند بذرهای تیمار نشده ذخیره و کشت می‌شود (Khajeh-hosseini et al., 2003). پرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی گوجه فرنگی در مزرعه خصوصاً در شرایط نامساعد از جمله پایین بودن درجه حرارت و کمبود رطوبت می‌شود (Still and Bradford, 1997). مهمترین مزیت این تکنیک افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر به ویژه تحت تنش‌های محیطی خشکی و سرما در گیاهان زراعی و غیر زراعی می‌باشد (Hardegree et al., 2002). بذر پرایم شده سبزیجات در خاک سرد اسفند ماه زودتر به ۵۰ درصد جوانه‌زنی رسید (Khan et al., 1992). بذرهای تیمار شده فلفل در شرایط نامناسب بستر بذر مانند دمای پایین توانستند سرعت جوانه‌زنی را بهبود بخشد (Stofflela et al., 1988). (Zhang et al, 1998) دریافتند که سبز شدن گیاهچه‌ها بذرهای پرایم شده سورگوم، ۱ تا ۵ روز زودتر از بذرهای شاهد آغاز شد. حداقل دما برای جوانه‌زنی ۱۰۰٪ بذرهای سورگوم از ۱۶-۱۲ در شاهد به ۱۰-۸ درجه سانتی‌گراد در بذرهای تحت پرایمینگ کاهش یافت (Fothi et al., 2002). از آنجاییکه مطالعات کمی در زمینه تاثیر پرایمینگ در دماهای مختلف انجام گرفته است و بیشتر مطالعات تحت تنش‌های شوری و خشکی انجام شده است هدف از این مطالعه بررسی اثر پرایمینگ بذر بر بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه یونجه دائمی در دماهای مختلف بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی بجنورد در سال ۱۳۹۰ انجام گرفت. تیمارهای مورد استفاده شامل (اسید جیبرلیک با غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ پی‌پی‌ام، اسید سالیسیلیک با غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۲ میلی‌مولار و آب مقطر به مدت ۸ و ۱۶ ساعت)، کود بیوماتیس گرو که حاوی (۳۰٪ فسفر و ۲۰٪ پتاسیم) در غلظت‌های ۲ و ۴ در هزار به مدت ۸ و ۱۲ ساعت)، بذر مال هیومیکس با غلظت ۲ گرم در لیتر با ماده موثره (۶۸٪ اسید هیومیک، ۱۲٪ اسید فولیک و ۸۰٪ اسید هیومیک، ۱۵٪ اسید فولیک) به مدت ۸ و ۱۲ ساعت، جمعاً ۱۸ تیمار به‌علاوه شاهد (بذور خشک)

¹ Low temperature stress

² Chilling stress

۱۹ تیمار بود. که با توجه به منابع موجود و یک پیش آزمایش تیمارهای موجود انتخاب شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه دانشگاه آزاد بجنورد در سال ۹۰ انجام شد. بذور به اندازه نیاز درون ظروف استریل قرار داده شد. سپس مواد مورد بررسی درون ظروف ریخته شد به طوری که نیمی از بذور درون محلول و نیمی دیگر در معرض هوا بود. سپس تیمارها درون انکوباتور در دمای ۱۸ درجه سانتیگراد قرار گرفت. پس از طی شدن ساعات پرایم بذرها با آب مقطر کاملاً شسته شدند و سپس در زیر هود استریل جهت خشک کردن به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. سپس درون هر پتری با قطر ۹ سانتی متر ۲۵ عدد بذور روی کاغذ صافی قرار داده شد و به مقدار لازم آب مقطر اضافه گردید و پتریها بر اساس دماهای مورد نظر شدید یا پایین (شب صفر، روز ۱۰ درجه سانتیگراد)، نیمه مطلوب (شب ۵، روز ۱۵ درجه سانتیگراد) و مطلوب (شب ۱۰ و روز ۲۰ درجه سانتیگراد) به درون ژرمیناتور منتقل شدند. دماهای مربوط به وسیله یک پیش آزمایش به دست آمد. بازدیدها هر روز و تا ثابت شدن درصد جوانه زنی (روز ششم) صورت گرفت و معیار جوانه زنی خروج ریشه چه به اندازه حداقل ۲ میلی متر بود. در طول آزمایش در صورت نیاز آب مقطر اضافه شد. سرعت جوانه زنی^۱ (RG) از معادله (۱) (Soltani et al., 2001, 2002) و میانگین زمان جوانه زنی^۲ (MGT) از معادله (۲) (Hosseini and Moghadam, 2006) محاسبه شد.

معادله (۱): $RG = 1 / MGT$ (سرعت جوانه زنی)

معادله (۲): $MGT = \sum Dn / \sum n$ (میانگین زمان جوانه زنی)

n: تعداد بذوری که در روز D ام جوانه می زند؛ D: تعداد روز از آغاز جوانه زنی؛ N: تعداد کل بذرهاى جوانه زده برای اندازه گیری اجزای گیاهچه پس از گذشت ۱۰ روز از هر پتری ۵ نمونه به طور تصادفی انتخاب شده و پس از اندازه گیری طول ریشه چه و ساقه چه، به صورت مجزا توزین و سپس به آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد منتقل شد و پس از ۷۲ ساعت وزن خشک ریشه چه و ساقه چه توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. برای تجزیه و تحلیل داده های از نرم افزار آماری SAS و MSTAT-C استفاده شد. برای رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگینها به روش LSD در سطح ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

تاثیر پرایمینگ بذور و دما بر روند جوانه زنی و شاخص های آن و همچنین شاخص های رشد گیاهچه معنی دار بود ($P \leq 0/01$) و بیشترین درصد جوانه زنی تحت تاثیر پرایمینگ بذور و دما به ترتیب در ۴۸ و ۲۴ ساعت پس از کاشت اتفاق افتاد (جدول ۱). اثر متقابل پرایمینگ در دماهای مختلف نیز بر صفات مربوط به جوانه زنی و اجزاء گیاهچه معنی دار گردید ($P \leq 0/01$). فقط در صفت نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه ($P \leq 0/05$) معنی دار گردید (جدول ۲).

¹ Rate Germination

² Mean Germination Time

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس درصد، سرعت و میانگین جوانه‌زنی پرایمینگ یونجه تحت تنش سرما

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات درصد جوانه‌زنی بذر (ساعات پس از کاشت)							میانگین مربعات سرما	
		۲۴	۴۸	۷۲	۹۶	۱۲۰	۱۴۴	RG	MGT	
پرایمینگ	۱۸	۱۶۰**	۶۷۰**	۳۸۲**	۲۲۶**	۱۱۹**	۳۸**	۱۶۰**	۳۸۱**	
دما	۲	۸۵۱۷۶**	۶۶۵۶۱**	۲۰۱۷۸**	۱۸۱۴**	۲۸۰**	۱۱۷**	۵۳۳۵۳**	۳۰۷۸۷**	
پرایمینگ*دما	۳۶	۳۹**	۱۷۳**	۹۳**	۱۰۲**	۵۶**	۱۱**	۵۳**	۴۶**	
اشتباه آزمایش	۱۷۱	۱۲	۹/۳۳	۸/۹۵	۵/۹۴	۶/۱۳	۵/۶۴	۸/۷۶	۶/۵۱	
ضریب تغییرات (CV%)		۹/۷۸	۴/۶۶	۳/۵۶	۲/۵۷	۲/۵۵	۲/۴۴	۵/۵۶	۵/۳۶	

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری می‌باشد.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رشد گیاهچه پرایمینگ یونجه تحت تنش سرما

میانگین مربعات شاخص‌های رشدی گیاهچه

منابع تغییرات	درجه آزادی	ریشه‌چه (سانتی‌متر) طول	ساقه‌چه (سانتی‌متر) طول	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	ریشه‌چه (گرم) وزن تر	ساقه‌چه (گرم) وزن تر	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه
پرایمینگ	۱۸	۰/۵۸**	۰/۴۷**	۰/۰۳۴**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۶**
دما	۲	۳۱۸**	۷۰۵**	۸۶۱۰**	**/۰۰۰۲	۰/۰۳**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۷/۸۵**
پرایمینگ*دما	۳۶	۰/۴۴**	۰/۴۹**	۰/۰۲**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۳۱*
اشتباه آزمایش	۱۷۱	-۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷
ضریب تغییرات (CV%)		۱۸/۱۲	۸/۶۷	۲۱/۸۹	۱۹/۰۶	۲۶/۶۲	۲۵/۲۲	۱۱/۵۳	۲۲/۹۸

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری می‌باشد.

اسیدسالیسیلیک ۰/۱ میلی‌مولار ۸ ساعت و اسیدسالیسیلیک ۰/۲ میلی‌مولار ۱۶ ساعت با اختلاف ۱۷٪ نسبت به شاهد به‌ترتیب بیشترین تأثیر را بر درصد و سرعت جوانه‌زنی داشتند. همچنین برترین پرایم نیز از نظر مدت زمان تا ۵۰٪ جوانه‌زنی به شمار می‌آید که توانست این شاخص را ۲۴ ساعت کاهش دهد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین پرایمینگ بذر بر اجزاء گیاهچه نشان داد که آب مقطر ۸ ساعت بیشترین تأثیر را بر طول ریشه‌چه داشت و نسبت به شاهد ۲۱/۸٪ افزایش داشت. در بین پرایم‌های مورد آزمایش جیبرلیک ۲۰ پی‌پی‌ام ۸ ساعت با ۷٪ افزایش نسبت به شاهد بیشترین تأثیر را بر روی طول ساقه‌چه داشت. جیبرلیک ۲۰ پی‌پی‌ام ۱۶ ساعت در صفت نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه بیشترین تأثیر را داشت. در شرایط دمایی مختلف بیشترین تأثیر بر درصد، سرعت و مدت زمان تا ۵۰٪ جوانه‌زنی و همچنین اجزای گیاهچه را دمای مطلوب گذاشت. فقط در وزن خشک ریشه‌چه بین سطوح دمایی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

جدول ۳. مقایسه میانگین پرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی و شاخص‌های رشدی گیاهچه یونجه

MGT	RG	درصد جوانه‌زنی بذر (ساعات پس از کاشت)						۲۴	۴۸	۷۲	۹۶	۱۲۰	۱۴۴	ماده پرایمینگ	غلظت	گرم در بذر
		۱۴۴	۱۲۰	۹۶	۷۲	۴۸	۲۴									
۴۸/۸۲ bc	۵۲/۵۸e-h	۶۷/۹۷ ab	۹۷/۶۷ a-c	۹۶ ab	۸۵/۳۳ b-e	۶۲/۳۳ fg	۲۵ b-d	۸	۲۰	جیبرلیک	۸	۲۰	ppm			
۴۷/۷۳ b	۵۱/۸۵f-h	۹۸/۶۷ ab	۹۸/۶۷ ab	۹۶/۶۷a	۸۶/۳۳ a-c	۶۷/۳۳ c-e	۳۱/۳۳ e	۱۶	۲۰	جیبرلیک	۱۶	۲۰	ppm			
۴۷/۲۸ d	۵۱/۴۹ gh	۹۷/۳۳ ab	۹۷/۰۰ a-c	۹۵/۶۷ ab	۸۳ de	۶۲/۳۳ g	۳۵ b-d	۸	۴۰	جیبرلیک	۸	۴۰	ppm			
۴۷/۲۸ cd	۵۰/۶۷h	۹۸/۳۳ab	۹۸/۳۳ a-c	۹۵/۶۷ ab	۸۶ a-c	۶۷/۳۳ c-e	۳۴ c-e	۱۶	۴۰	جیبرلیک	۱۶	۴۰	ppm			
۴۶/۳۵ de	۵۴/۰۴c-g	۹۹ a	۹۹ a	۹۷ a	۸۷/۶۷ a	۷۰/۳۳ab	۳۴/۶۷ b-d	۸	۰/۱	اسید سالیسیلیک	۸	۰/۱	mm			
۴۵/۹۷ de	۵۱/۶۹f-h	۹۸/۳۳ab	۹۸/۳۳ a-c	۹۶/۳۳ ab	۸۷/۳۳ a-c	۷۱/۳۳ a	۳۷ a-c	۱۶	۰/۱	اسید سالیسیلیک	۱۶	۰/۱	mm			
۴۵/۹۶ de	۵۱/۵۳a-c	۹۷ab	۹۷ a-c	۹۵/۳۳ ab	۸۶/۳۳ a-c	۶۷ c-e	۲۷/۶۷ ab	۸	۰/۲	اسید سالیسیلیک	۸	۰/۲	mm			
۴۴/۰۳ e	۵۷/۷۸a	۹۸/۶۷ab	۹۸/۶۷ ab	۹۷ a	۸۵ b-e	۶۶ de	۳۴/۳۳ b-e	۱۶	۰/۲	اسید سالیسیلیک	۱۶	۰/۲	mm			
۴۷/۳۵ cd	۵۲/۰۹f-h	۹۶/۶۷ab	۹۶/۶۸ a-c	۹۵/۳۳ ab	۸۵/۶۷ b-d	۶۸ b-d	۳۳/۶۷ de	۸	-	تیمار آب مقطر	۸	-	-			
۴۶/۵۸ c-e	۵۷/۰۳ ab	۹۷/۶۷ ab	۹۷/۳۳ a-c	۹۶/۳۳ ab	۸۵ b-e	۶۷ c-e	۳۷/۶۷ab	۱۶	-	تیمار آب مقطر	۱۶	-	-			
۴۴/۹۹ de	۵۴/۳۷b-f	۹۶/۳۳ b	۹۶/۳۳ bc	۹۴ b	۸۴/۶۷ c-e	۶۹ a-c	۳۷/۳۳ ab	۸	۲	کود بیوماتیس گرو	۸	۲	در هزار			
۴۵/۸۸ de	۵۱/۸۷f-h	۹۷/۶۷ ab	۹۷/۶۷ a-c	۹۶ ab	۸۲/۶۷ e	۶۵ ef	۳۵/۳۳ a-d	۱۲	۲	کود بیوماتیس گرو	۱۲	۲	در هزار			
۴۵/۸۶ de	۵۵/۴۶a-c	۹۷/۷ ab	۹۷/۶۷ a-c	۹۶/۶۷a	۸۶/۶۷ a-c	۶۵ ef	۳۸/۳۳ a	۸	۲	کود بیوماتیس گرو	۸	۲	در هزار			
۴۷/۱۲ cd	۵۳/۱۵d-h	۹۷/۶۷ab	۹۷/۶۷ a-c	۹۶ ab	۸۵/۶۷ b-d	۶۶ de	۳۷/۶۷ ab	۱۲	۲	کود بیوماتیس گرو	۱۲	۲	در هزار			
۴۴/۸ e	۵۵/۰۶a-e	۹۷ ab	۹۷/۰۰ a-c	۹۶ ab	۸۵/۳۳ b-e	۶۸ b-d	۳۷ a-c	۸	۲	۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک	۸	۲	در بذر گرم			
۴۴/۸۹ de	۵۴/۹۹b-e	۹۸/۳۳ ab	۹۸/۳۳ a-c	۹۵/۹۲ ab	۸۶/۳۳ a-c	۶۹/۶۷ a-c	۳۳/۶۷ de	۱۲	۲	۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک	۱۲	۲	در بذر گرم			
۴۵/۸۰ de	۵۵/۲۱a-e	۹۶/۶۷ ab	۹۶ c	۹۶/۶۷a	۸۶/۳۳ a-c	۶۷/۳۳b-d	۳۷/۳۳ ab	۸	۲	۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک	۸	۲	در بذر گرم			
۴۵/۵۹ de	۵۵/۲۹a-e	۹۷/۶۷ ab	۹۷/۶۷ a-c	۹۶/۳۳ ab	۸۷/۶۷ ab	۶۹/۳۳ a-c	۳۶ a-d	۱۲	۲	۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک	۱۲	۲	در بذر گرم			
۷۰/۲۳ a	۴۰/۷۴ i	۹۰/۶۷ c	۸۴/۳۳d	۷۷/۳۳c	۵۳/۵ f	۳۶/۳۳ h	۲۲ f	-	-	شاهد	-	-	-			

شاخص‌های رشدی گیاهچه										ماده پرایمینگ	غلظت
نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه (gr)	وزن خشک ریشه‌چه (gr)	وزن تر ساقه‌چه (gr)	وزن تر ریشه‌چه (gr)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول ساقه‌چه (cm)	طول ریشه‌چه (cm)	مدت (ساعت)			
۰/۲۴ i	۰/۰۰۳a	۰/۰۰۱a	۰/۰۲۱ a	۰/۰۰۴a	۰/۳۷cd	۳/۸۲ a	۲/۱۸b-e	۸	۲۰ ppm	جیبرلیک	
۰/۲۷ hi	۰/۰۰۳a	۰/۰۰۱a	۰/۰۲۱ a	۰/۰۰۵a	۰/۵a	۳/۳۹b-d	۲/۷۸ab	۱۶	۲۰ ppm	جیبرلیک	
۰/۰۸g-i	۰/۰۰۳a	۰/۰۰۱a	۰/۲۰ ab	۰/۰۰۴a	۰/۴۰b-d	۳/۶۸a-c	۲/۲۷b-e	۸	۴۰ ppm	جیبرلیک	
۰/۲۶hi	۰/۰۰۳a	۰/۰۰۱a	۰/۰۲۱ a	۰/۰۰۴a	۰/۳۴d	۳/۶۷a-c	۱/۹۰de	۱۶	۴۰ ppm	جیبرلیک	
۰/۴۶ab	۰/۰۰۲a	۰/۰۰۱a	۰/۰۱۷ab	۰/۰۰۵a	۰/۵۳ a	۳/۲۰f	۲/۵۰a-c	۸	۰/۱ mm	اسید سالیسیلیک	
۰/۴۵a-c	۰/۰۰۳a	۰/۰۰۱a	۰/۰۱۹ab	۰/۰۰۶a	۰/۴۷ab	۳/۶۰a-d	۲/۵۵ab	۱۶	۰/۱ mm	اسید سالیسیلیک	
۰/۴۲a-d	۰/۰۰۳a	۰/۰۰۱a	۰/۲۰ ab	۰/۰۰۶a	۰/۴۸ab	۳/۵۰b-e	۲/۵۳ab	۸	۰/۲ mm	اسید سالیسیلیک	
۰/۴۱a-e	۰/۰۰۳a	۰/۰۰۱a	۰/۲۰ab	۰/۰۰۶a	۰/۴۲b-d	۳/۴۴c-f	۲/۲۰b-e	۱۶	۰/۲ mm	اسید سالیسیلیک	
۰/۴۰b-e	۰/۰۰۲a	۰/۰۰۱a	۰/۰۱۴ab	۰/۰۰۶a	۰/۵۴a	۳/۳۷d-f	۲/۹۳a	۸	-	آب مقطر	
۰/۳۳e-h	۰/۰۰۲a	۰/۰۰۱a	۰/۰۱۸ab	۰/۰۰۴a	۰/۴۱b-d	۳/۲۸d-f	۲/۰۴de	۱۶	-	آب مقطر	
۰/۴۱a-e	۰/۰۰۲a	۰/۰۰۱a	۰/۰۱۱c	۰/۰۰۶a	۰/۴۲b-d	۳/۵۰c-e	۲/۳۳b-e	۸	۲ در ۲	کود بیوماتیس گرو	
۰/۴۸a	۰/۰۰۲a	۰/۰۰۱a	۰/۰۱۳ab	۰/۰۰۶a	۰/۴۵a-c	۳/۲۶f	۲/۲۰b-e	۱۲	۲ در ۲	کود بیوماتیس گرو	
۰/۳۲f-h	۰/۰۰۳a	۰/۰۰۱a	۰/۲۰ ab	۰/۰۰۵a	۰/۳۶cd	۳/۵۴b-e	۱/۹۵e	۸	۴ در ۴	کود بیوماتیس گرو	
۰/۳۶d-g	۰/۰۰۲a	۰/۰۰۱a	۰/۰۱۹ab	۰/۰۰۶a	۰/۴۸ab	۳/۲۰f	۲/۳۱b-d	۱۲	۴ در ۴	کود بیوماتیس گرو	
۰/۴۴a-c	۰/۰۰۲a	۰/۰۰۱a	۰/۰۱۸ab	۰/۰۰۵a	۰/۴۵a-c	۳/۱۸f	۲/۲۵b-e	۸	۲ در ۲ گرم	۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک	
۰/۳۱f-i	۰/۰۰۳a	۰/۰۰۱a	۰/۲۰ab	۰/۰۰۵a	۰/۳۹b-d	۳/۵۰b-e	۲/۰۷de	۱۲	۲ در ۲ گرم	۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک	
۰/۳۸c-f	۰/۰۰۲a	۰/۰۰۱a	۰/۰۱۹ab	۰/۰۰۵a	۰/۴۲b-d	۳/۳۰ ef	۲/۱۰ e	۸	۲ در ۲ گرم	۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک	
۰/۳۳a-e	۰/۰۰۲a	۰/۰۰۱a	۰/۰۱۹ab	۰/۰۰۵a	۰/۳۹b-d	۳/۳۰ ef	۱/۹۶de	۱۲	۲ در ۲ گرم	۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک	
۰/۴۱a-e	۰/۰۰۲a	۰/۰۰۱a	۰/۰۱۶ab	۰/۰۰۵a	۰/۳۹b-d	۳/۵۵b-e	۲/۱۳c-e	-	-	شاهد	

اختلاف تیمارها در ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۴. مقایسه میانگین تنش سرما بر جوانه‌زنی و شاخص‌های رشدی گیاهچه یونجه

MGT	درصد جوانه‌زنی بذر (ساعات پس از کاشت)							شرایط دمایی
	RG	۱۴۴	۱۲۰	۹۶	۷۲	۴۸	۲۴	
۶۷/۱۶ a	۳۴/۳۹ c	۹۵/۹۵ b	۹۴/۷۴ b	۸۹/۴۱ c	۶۶ c	۳۱/۷۴ c	۱۱/۷۴ c	پایین
۴۶/۶۹ b	۴۱/۸۳ b	۹۷/۶۳ a	۹۷/۶۳ a	۹۷/۲۶ b	۸۷/۶۱ b	۷۷/۲۶ b	۸۹/۱۹ b	نیمه مطلوب
۲۷/۹۴ c	۸۳/۵۵ a	۹۸/۳۷ a	۹۸/۳۷ a	۹۸/۳۷ a	۹۷/۶۳ a	۶۷/۸۶ a	۳۷/۷۳ a	مطلوب

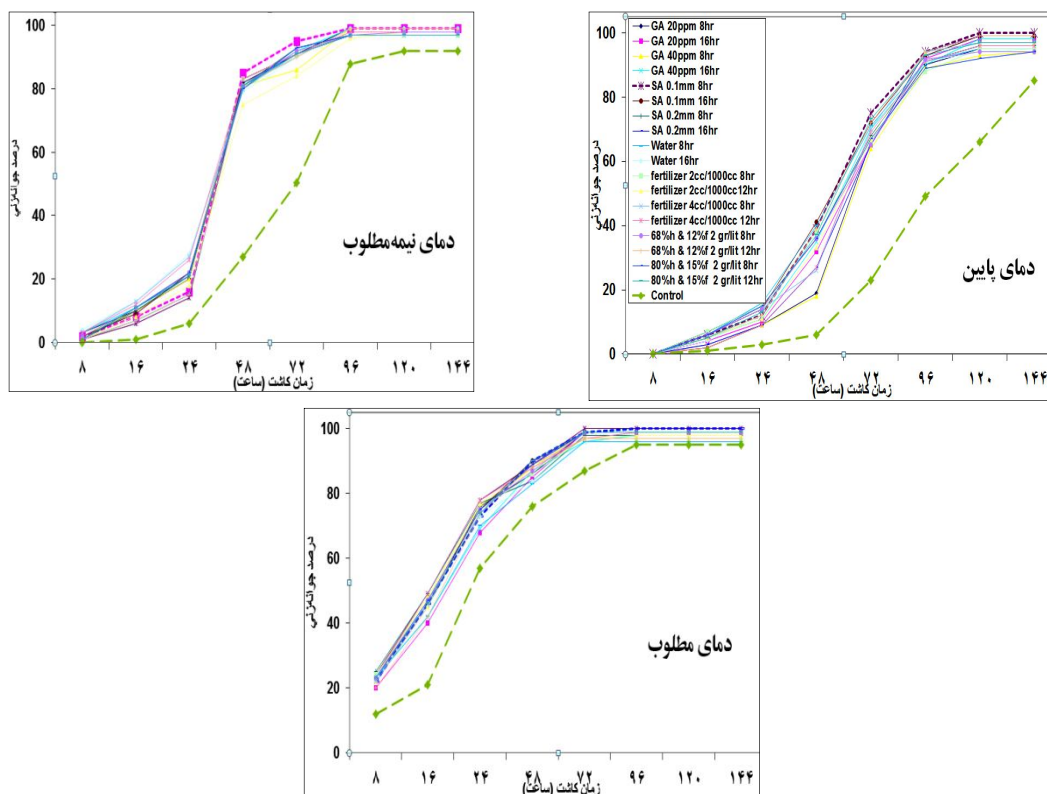
شاخص‌های رشدی گیاهچه

شرایط دمایی	طول	طول	نسبت طول	وزن تر	وزن تر	وزن خشک	وزن خشک	نسبت وزن
دمایی	ریشه‌چه	ساقه‌چه	ریشه‌چه به ساقه‌چه	ریشه‌چه (gr)	ساقه‌چه (gr)	ریشه‌چه (gr)	ک ساقه-چه (gr)	خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه
	(cm)	(cm)		(gr)	(gr)	(gr)		
پایین	۰/۰۰۰۱ c	۰/۰۰۰۱ c	۰/۰۰۰۱ c	۰/۰۰۰۱ b	۰/۰۰۰۱ c	۰/۰۰۰۱ a	۰/۰۰۰۱ b	۰/۰۰۰۱ c
نیمه مطلوب	۲/۶۷ b	۴/۶۳ b	۰/۵۷ b	۰/۰۰۸ a	۰/۲ b	۰/۰۰۰۱ a	۰/۰۳ a	۰/۵۷ a
مطلوب	۴/۰۲ a	۵/۷۴ a	۰/۷۱ a	۰/۰۰۸ a	۰/۳ a	۰/۰۰۲ a	۰/۰۴ a	۰/۵۳ b

اختلاف تیمارها در ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند معنی‌دار نمی‌باشد.

مقایسه میانگین پرایمینگ بذر در سطوح دمایی مختلف

جوانه‌زنی: اسیدسالیسیلیک ۰/۲ میلی مولار ۱۶ ساعت در دمای پایین و مطلوب به ترتیب با ۱۴ و ۵٪ و در دمای نیمه‌مطلوب جیبرلیک ۴۰ پی‌پی‌ام ۱۶ ساعت با ۷٪ افزایش نسبت به شاهد بیشترین تاثیر را بر درصد جوانه‌زنی داشتند (شکل ۱). اسید سالیسیلیک ۰/۱ میلی‌مولار ۸ ساعت در دمای نیمه مطلوب و بذر مال هیومیکس (۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک) ۲ گرم در لیتر ۸ ساعت در دمای پایین بیشترین تاثیر را بر سرعت جوانه‌زنی داشتند و نسبت به بذر مال هیومیکس (۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک) ۲ گرم در لیتر ۸ ساعت در دمای مطلوب که کمترین تاثیر را داشت ۶۷٪ افزایش داشتند (جدول ۴). کمترین مدت زمان تا ۵۰٪ جوانه‌زنی را اسید سالیسیلیک ۰/۱ میلی‌مولار ۸ ساعت در دمای نیمه‌مطلوب داشت که نسبت به بذر مال هیومیکس (۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک) ۲ گرم در لیتر ۸ ساعت که بیشترین زمان را در صفت مذکور در دمای مطلوب داشت توانست این شاخص را ۷۲ ساعت کاهش دهد (جدول ۴).



شکل ۱. بررسی روند جوانه‌زنی بذر یونجه در پاسخ به تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر در سطوح دمایی پایین، نیمه‌مطلوب و مطلوب

شاخص‌های رشدی گیاهچه: اسیدسالیسیلیک ۰/۱ میلی‌مولار ۱۶ ساعت در دمای نیمه‌مطلوب و اسید جیبرلیک ۴۰ پی‌پی‌ام ۸ ساعت در دمای پایین به ترتیب بیشترین تاثیر را بر طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه داشتند و نسبت به سایر تیمارها در دماهای مختلف که در جدول (۴) ارائه گردیده است ۱۰۰٪ افزایش داشتند. بیشترین تاثیر بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه را تیمارهای اسید سالیسیلیک ۰/۲ میلی‌مولار ۱۶ ساعت و بذر مال هیومیکس با (۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک) ۲ گرم در لیتر ۸ ساعت تحت تنش دمای نیمه‌مطلوب و دمای پایین داشتند که هر دو باعث افزایش ۱۰۰٪ صفت مذکور در برابر تیمارهایی که کمترین تاثیر را داشتند و در جدول (۴) ارائه شده است دارند.

بین تیمارهای پرایم در تنش‌های سرمایی مختلف اختلاف معنی داری در صفات وزن تر و خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه مشاهده نشد. این در حالی است اسید سالیسیلیک ۰/۲ میلی‌مولار ۱۶ ساعت در دمای نیمه‌مطلوب بیشترین تاثیر را بر وزن تر ریشه‌چه داشت. کود بیوماتیس گرو (۳۰٪ فسفر و ۲۰٪ پتاسیم) ۲ در هزار به مدت ۱۲ ساعت در تنش سرمایی شدید بیشترین تاثیر را بر وزن تر ساقه‌چه داشت و باعث افزایش ۱۰۰٪ی در برابر تیمارهایی که کمترین تاثیر را داشتند گردید (جدول ۴). بذر مال هیومیکس با (۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک) ۲ گرم در لیتر ۱۲ ساعت در دمای نیمه‌مطلوب بیشترین تاثیر را بر نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه داشت (جدول ۴). در مجموع تیمارهای پرایمینگ بذر که کمترین تاثیر را بر تمام صفات مربوط به اجزاء گیاهچه در دماهای مختلف کشت داشتند یکسان هستند (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل پرایمینگ بذر بر اجزاء گیاهچه تحت تنش سرما

نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه (gr)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	MGT	RG	مدت (ساعت)	غلظت	تیمارهای پرایم
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۷۱/۲۶b	۲۹/۵ x-z	۸	۲۰ ppm	جیبرلیک
۰/۳۸ n-p	۰/۰۰۰۴a	۰/۰۰۰۱ a	۰/۰۲۷bc	۰/۰۰۰۶a	۰/۰۵۳ f-h	۴۷۰ j-n	۲/۵۲ l	۴۷/۸۸ e-f	۴۲/۹۲ i-m	۱۶	۲۰ ppm	جیبرلیک
۰/۰۳۶ op	۰/۰۰۰۶a	۰/۰۰۰۲a	۰/۰۳۴ b	۰/۰۰۰۷a	۰/۰۶۰ c-h	۶۷۲ a	۴/۰۲ c-e	۲۷/۳۱i-j	۸۵/۳۳ a-c	۸	۴۰ ppm	جیبرلیک
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۹/۳۲bc	۳۵/۶۳q-w	۱۶	۴۰ ppm	جیبرلیک
۰/۴۷ i-o	۰/۰۰۰۴a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۳۰bc	۰/۰۰۰۸ a	۰/۰۵۱ gh	۵/۲۵e-j	۲/۷ j-l	۴۹/۸۰b	۳۹/۷۵ k-q	۸	۰/۱ mm	اسیدسالیسیلیک
۰/۰۳۶ op	۰/۰۰۰۶ a	۰/۰۰۰۲ a	۰/۰۳۴ b	۰/۰۰۰۷a	۰/۰۶۶ b-g	۶۱۰bc	۴/۰۷cd	۳۰/۰۷ij	۸۰/۱۷d	۱۶	۰/۱ mm	اسید سالیسیلیک
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	71.33 b	۲۸/۲۲ z	۸	۰/۲ mm	اسید سالیسیلیک
۰/۳۹ l-p	۰/۰۰۰۴ a	۰/۰۰۰۱ a	۰/۰۳۰bc	۰/۰۰۰۷a	۰/۰۴۹ h	۵/۰۷g-l	۲/۵۰ l	۴۴/۳۵fg	۴۰/۵۸ j-q	۱۶	۰/۲ mm	اسید سالیسیلیک
۰/۴۶ j-o	۰/۰۰۰۵ a	۰/۰۰۰۲ a	۰/۰۳۲ b	۰/۰۰۰۸ a	۰/۰۷۲ b-e	۵/۹۷b-d	۴/۳۲ bc	۲۶/۱۷ ij	۸۵/۶۷a-c	۸	-	آب مقطر
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۷/۰۲cd	۳۳/۷۶ s-y	۱۶	-	آب مقطر
۰/۴۶ j-o	۰/۰۰۰۴ a	۰/۰۰۰۱ a	۰/۰۲۹bc	۰/۰۰۰۷a	۰/۰۴۸ h	۴/۷۷ j-n	۲/۳۰ l	۴۶/۸۶e-f	۳۲/۰۸۷-z	۸	۲ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۳۲ p	۰/۰۰۰۶ a	۰/۰۰۰۲ a	۰/۰۳۵ a	۰/۰۰۰۶a	۰/۰۵۴ f-h	۶/۱۵ b	۳/۴۰ e-i	۲۶/۱۶ij	۸۶/۱۷a-b	۱۲	۲ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۵/۴۰cd	۳۸/۷۵m-s	۸	۴ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۶۷ b-f	۰/۰۰۰۴ a	۰/۰۰۰۳ a	۰/۰۲۹bc	۰/۰۰۰۹ a	۰/۰۵۸ e-h	۴/۸۰ j-m	۲/۸۰ i-l	۴۵/۹۰e-f	۳۶/۸۳o-v	۱۲	۴ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۷۲ bc	۰/۰۰۰۳ a	۰/۰۰۰۲ a	۰/۰۲۳bc	۰/۰۰۰۸a	۱/۰۱ a	۴/۸۲ i-m	۴/۷۲ b	۲۶/۶۰ ij	۸۶/۸۳ a	۸	۲ گرم در لیتر	۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۴/۸۲d	۳۲/۴۹u-z	۱۲	۲ گرم در لیتر	۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک
۰/۷۹ ab	۰/۰۰۰۴ a	۰/۰۰۰۳ a	۰/۰۲۷bc	۰/۰۰۱۱ a	۰/۰۶۸ b-f	۵/۱۷f-k	۳/۵۵d-h	۴۴/۴۷f-g	۴۰/۰۸k-q	۸	۲ گرم در لیتر	۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک
۰/۵۷ d-k	۰/۰۰۰۵ a	۰/۰۰۰۳ a	۰/۰۳۱ b	۰/۰۰۰۹a	۰/۰۷۳ b-e	۵/۶۲d-f	۴/۱۰b-d	۲۸/۶۰ij	۸۲/۵۰a-d	۱۲	۲ گرم در لیتر	۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۵/۹۲cd	۳۸/۴۲m-s	-	-	شاهد

دما: ۱۰ درجه سانتیگراد

۰/۵۷ d-k	۰/۰۰۴ a	۰/۰۰۴ a	۰/۰۳۱ b	۰/۰۰۹a	۰/۷۷ b-g	۴/۹۷ h-l	۳/۳۰ g-k	۴۳/۷۹fg	۴۵ h-j	۸	۲۰ ppm	جیبرلیک
۰/۷۱ b-d	۰/۰۰۵ a	۰/۰۰۳ a	۰/۰۳۰bc	۰/۰۱۲ a	۰/۷۷ b	۵/۵۵d-g	۴/۳۰ bc	۲۸/۳۹ ij	۸۷/۱۷ ab	۱۶	۲۰ ppm	جیبرلیک
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۵/۷۱cd	۳۳ t-y	۸	۴۰ ppm	جیبرلیک
۰/۶۱ c-i	۰/۰۰۴ a	۰/۰۰۳ a	۰/۰۳۰bc	۰/۰۰۹a	۰/۵۵ f-h	۵/۰۲ h-l	۲/۷۵ i-l	۴۵/۰۷fg	۵۳/۳۳ f	۱۶	۴۰ ppm	جیبرلیک
۰/۶۲ c-h	۰/۰۰۶ a	۰/۰۰۳ a	۰/۰۳۴ b	۰/۰۱۲ a	۰/۷۳ b-e	۵/۳۰ e-i	۳/۸۷c-g	۲۵/۸۴ j	۸۷ a	۸	۰/۱ mm	اسید سالسیلیک
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۷/۹۲cd	۳۷/۸۰n-t	۱۶	۰/۱ mm	اسید سالسیلیک
۰/۵۲ g-m	۰/۰۰۳ a	۰/۰۰۱ a	۰/۰۱۳cd	۰/۰۰۶a	۰/۵۸ d-h	۴/۶۷k-n	۲/۷۲ j-l	۴۶/۸۹ef	۳۷/۷۱n-t	۸	۰/۲ mm	اسید سالسیلیک
۰/۶۹ b-e	۰/۰۰۵ a	۰/۰۰۳ a	۰/۰۳۱b	۰/۰۱۳ a	۱/۰۳ a	۵/۴۵e-h	۵/۴۷ a	۲۸/۲۴ ij	۸۰/۷۵c-d	۱۶	۰/۲ mm	اسید سالسیلیک
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۷/۰۵cd	۳۶/۷۶p-v	۸	-	آب مقطر
۰/۵۷ d-k	۰/۰۰۳ a	۰/۰۰۱ a	۰/۰۲۲bc	۰/۰۰۷a	۰/۵۹ c-h	۳/۹۰ f	۲/۳۰ l	۴۴/۶۳fg	۵۰ f-g	۱۶	-	آب مقطر
۰/۴۳ k-p	۰/۰۰۵ a	۰/۰۰۲ a	۰/۰۳۲ b	۰/۰۰۷a	۰/۶۴ b-h	۵/۹۵b-d	۳/۸۲c-g	۲۹/۰۸ ij	۸۴/۳۳a-d	۸	۲ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۷/۹۵cd	۳۷/۳۲n-u	۱۲	۲ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۶۴ c-g	۰/۰۰۴ a	۰/۰۰۲ a	۰/۰۳۰bc	۰/۰۰۹a	۰/۶۰ c-h	۴/۹۰ i-l	۲/۹۵ h-l	۴۱/۱۵gh	۴۱/۶۳j-p	۸	۴ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۵۹ c-j	۰/۰۰۳ a	۰/۰۰۳ a	۰/۰۳۱ b	۰/۰۱۰a	۰/۷۷ b-g	۵/۶۰d-f	۳/۷۵c-g	۲۶/۸۵ ij	۸۴/۱۷a-d	۱۲	۴ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۴/۰۷cd	۳۴/۱۰r-x	۸	۲ گرم در لیتر	۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک
۰/۸۹ a	۰/۰۰۳ a	۰/۰۰۲ a	۰/۰۲۱bc	۰/۰۰۹a	۰/۶۱ b-h	۴/۴۰m-o	۲/۶۵ kl	۴۳/۷۱fg	۳۸/۳۳m-s	۱۲	۲ گرم در لیتر	۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک
۰/۵۷ d-k	۰/۰۰۵ a	۰/۰۰۳ a	۰/۰۳۱b	۰/۰۰۹a	۰/۷۴ b-d	۵/۴۰e-h	۳/۹۷ c-f	۲۶/۹۰ij	۸۳/۱۷a-d	۸	۲ گرم در لیتر	۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک
۰/۰۰۰۱ q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۷/۵۱c-d	۳۳/۲۷t-y	۱۲	۲ گرم در لیتر	۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک
۰/۵۳ f-l	۰/۰۰۴ a	۰/۰۰۲ a	۰/۰۲۸bc	۰/۰۰۸a	۰/۵۳ f-h	۴/۴۰m-o	۲/۳۲ l	۴۳/۵۵fg	۴۸/۶۰gh	-	-	شاهد
۰/۴۴ k-p	۰/۰۰۵a	۰/۰۰۲ a	۰/۰۳۳ b	۰/۰۰۷a	۰/۵۷ e-h	۶/۲۲ b	۳/۵۵d-h	۲۷/۵۱ij	۸۴/۵۰a-d	۸	۲۰ ppm	جیبرلیک
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۷/۷۵cd	۳۱/۰۳w-z	۱۶	۲۰ ppm	جیبرلیک
۰/۵۷ d-k	۰/۰۰۴ a	۰/۰۰۲ a	۰/۰۲۷bc	۰/۰۰۸a	۰/۶۸ b-f	۴/۰۷ op	۲/۷۷ i-l	۴۴/۲۴fg	۴۶/۹۲g-i	۸	۴۰ ppm	جیبرلیک
۰/۵۱ g-n	۰/۰۰۵ a	۰/۰۰۲ a	۰/۰۳۰bc	۰/۰۱۰a	۰/۷۵ bc	۵/۵۰d-g	۴/۱۷b-d	۳۰/۳۶ i	۸۱/۵۰b-d	۱۶	۴۰ ppm	جیبرلیک
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۲/۸۹d	۳۲/۳۳k-q	۸	۰/۱ mm	اسید سالسیلیک

دمای نیمه‌مطلوب

دمای مطلوب

۰/۶۳ c-h	۰/۰۰۳ a	۰/۰۰۲ a	۰/۰۲۴b c	۰/۰۰۸a	۰/۶۲ b-h	۳/۸۷p	۲/۴۰ i	۴۴/۱۴fg	۴۱/۸۸ j-o	۱۶	۰/۱ mm	اسید سالیسیلیک
۰/۶۹ b-e	۰/۰۰۵a	۰/۰۰۳a	۰/۰۳۱ b	۰/۰۱۰a	۰/۷۵ bc	۵/۶۷c-f	۴/۲۷bc	۲۶/۱۰ij	۸۴ a-d	۸	۰/۲ mm	اسید سالیسیلیک
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۲/۹۲d	۳۷/۰۸o-u	۱۶	۰/۲ mm	اسید سالیسیلیک
۰/۵۵ e-k	۰/۰۰۴a	۰/۰۰۲a	۰/۰۲۹ bc	۰/۰۰۸a	۰/۶۲ b-h	۴/۷۵ j-n	۲/۹۰ h-l	۴۵/۹۲ef	۴۴/۲۱h-k	۸	-	آب مقطر
۰/۳۹ m-p	۰/۰۰۵a	۰/۰۰۲a	۰/۰۲۹bc	۰/۰۰۷a	۰/۵۷ e-h	۵/۷۵c-e	۳/۳۲ f-j	۲۵/۸۳ j	۸۳/۶۷a-d	۱۶	-	آب مقطر
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۳۵/۵۷ d	۳۸/۹۷l-r	۸	۲ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۵۳ f-l	۰/۰۰۴a	۰/۰۰۲a	۰/۰۲۹bc	۰/۰۰۸a	۰/۵۸ e-h	۴/۳۰o-p	۲/۴۷ l	۴۷/۲۳ef	۴۲/۳۳i-n	۱۲	۲ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۶۱ c-i	۰/۰۰۴a	۰/۰۰۳a	۰/۰۲۹bc	۰/۰۰۸a	۰/۶۸ b-f	۵/۶۲ c-f	۳/۸۵c-g	۲۶/۵۹ij	۸۴/۳۳a-d	۸	۴ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۶۴/۲۰ d	۳۷/۴۷n-t	۱۲	۴ در هزار	کود بیوماتیس گرو
۰/۵۲ g-n	۰/۰۰۴a	۰/۰۰۲a	۰/۰۲۹bc	۰/۰۰۸a	۰/۵۵ f-h	۴/۶۵ l-n	۲/۵۵ l	۴۶/۰۱ef	۴۳/۴۲ i-l	۸	۲ گرم در لیتر	۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک
۰/۴۸ h-o	۰/۰۰۴a	۰/۰۰۲a	۰/۰۲۹bc	۰/۰۰۷a	۰/۶۴ b-h	۵/۲۵e-j	۳/۳۵ f-j	۲۶/۵۷ij	۸۳ a-d	۱۲	۲ گرم در لیتر	۶۸٪ هیومیک، ۱۲٪ فولیک
۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱d	۰/۰۰۰۱a	۰/۰۰۰۱i	۰/۰۰۰۱q	۰/۰۰۰۱m	۱۰۱/۵ a	۲۸/۸۳ z	۸	۲ گرم در لیتر	۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک
۰/۶۴ c-g	۰/۰۰۳a	۰/۰۰۲a	۰/۰۲۷bc	۰/۰۰۷a	۰/۵۴ f-h	۴/۳۷m-o	۲/۳۵ l	۷۱/۶۲ b	۲۹/۲۲ yz	۱۲	۲ گرم در لیتر	۸۰٪ هیومیک، ۱۵٪ فولیک
۰/۵۹ c-j	۰/۰۰۴a	۰/۰۰۳a	۰/۰۲۶bc	۰/۰۰۹a	۰/۶۴ b-h	۶/۲۷ b	۴/۰۵c-e	۳۷/۶۲ h	۷۲/۱۷ e	-	-	شاهد

اختلاف تیمارها در ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند معنی‌دار نمی‌باشد.

بحث

جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه با نزول دما (از ۱۵ به ۵ درجه سانتی‌گراد) کاهش یافت. در اثر سرما رادیکال‌های آزاد اکسیژن مثل سوپر اکسید و رادیکال هیدروکسیل تجمع می‌یابند. این رادیکال‌های فعال موجب آسیب رسیدن به DNA سلول‌ها و در نتیجه باعث کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاه می‌شود (Hasagawa et al., 2000).

جوانه‌زنی تحت تاثیر پرایمینگ افزایش یافت که با نتایج (Kaya et al., 2006) که افزایش سرعت جوانه‌زنی خریزه و آفتابگردان را تحت پیش تیمار بذر گزارش کردند هم‌خوانی دارد. افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و کاهش زمان جوانه‌زنی در سطح مناسب پرایمینگ احتمالاً به علت تحریک فعالیت‌های متابولیکی درون جنین می‌باشد. هنگام جذب آب همانندسازی DNA، تحریک فعالیت RNA و در نتیجه پروتئین سازی و افزایش هورمونهای محرک جوانه‌زنی از جمله اکسین و اتیلن صورت گرفته که مجموعه این عوامل مقدمات جوانه‌زنی و افزایش آن را نسبت به شاهد نشان می‌دهند (Barsa et al., 2003).

اثر مثبت اسید سالیسیلیک به عنوان موثرترین تیمار بر بهبود جوانه‌زنی در این آزمایش مشخص شد. این ماده از طریق خنثی کردن رادیکال‌های آزاد و یا اکسیژن فعال باعث افزایش جوانه‌زنی می‌شود (Hayat et al., 2005) و Drazic and EL-Teyab, 2005). همچنین بهبودی در رشد ساقه و ریشه تحت شرایط تنش با اسید سالیسیلیک توسط (Mihailovic, 2005) گزارش شده است. که در این آزمایش نیز مشاهده گردید. در حقیقت اثر مثبت اسید سالیسیلیک بر رشد ریشه و گیاهچه تحت شرایط تنشی با افزایش هورمون IAA و ABA، اکسین و سیتوکینین همراه است (Shakirova, et al., 2003). تیمار بذور با اسید سالیسیلیک، میزان تقسیم سلولی و سیستم رأس ریشه‌های اولیه را که منجر به افزایش رشد طولی می‌شود را زیاد می‌کند (Shakirova and Sahabudinova, 2003).

در مجموع نتایج آزمایش نشان داد در دمای پایین درصد جوانه‌زنی و صفات مربوط به شاخص‌های رشدی گیاهچه کاهش یافت و از آنجایی که مرحله جوانه‌زنی گیاه حساس به تنش‌های محیطی بوده امروزه بهره‌گیری از فناوری پرایمینگ بذر جهت سرعت بخشیدن به مرحله جوانه‌زنی و استقرار به ویژه در شرایط تنش بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

References

- Almansouri, M., Kinet, J.M. and Lutts, S. 2001. Effect of salt and osmotic stress on germination in durum wheat (*Triticum aestivum* Desf.). *Plant and Soil*. 231: 243-254.
- Andrews, J. R., Fryer, M.J. and Baker, N.R. 1995. Characterization of chilling effects on photosynthetic performance of maize crops during early season growth using chlorophyll fluorescence. *Journal Experimental Botany*, 46, 1195-1203.
- Barsa, S.M.A., I.A. Pannu and Afzal, I. 2003. Evaluation of seedling vigor of hydro and matrimprimed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. *Inter. J. Agric.and Biol.* 5(2):121-123.
- Bewley, J.D., and Black, M. 1994. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. New York: Plenum Press, pp. 445.
- Drazic, G., and Mihailovic, N. 2005. Modification of cadmium toxicity in soybean seedling by salicylic acid. *Plant Sci*. 168: 511-517.
- EL-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regul.* 45: 215-224.
- Fothi, S., Cosentino, S.L., Patane, C., and D'Agosta, G.M. 2002. Effect of Osmoconditioning upon seed germination of Sorghom (*Sorghom Bicolor* L.) Moench under low temperatures. *Seed Sci. and Technol.* 30: 521-533.
- Hardegree, S.P., A.J. Thomas, and Van Vactor, S.S. 2002. Variability in thermal response of primed and non-primed seeds of Squirrel tail [(Raf.) Swezey and (J.G. Smith) M.E. Jonse]. *Ann. Bot.* 89:311-319.
- Hasagawa, P. M.,R. A.Bressan, J.K. Zhu, and Bohner, H.J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Ann. Rev. Plant Mol. Plant Physiol.* 51: 463-499
- Hayat, S., Q. Fariduddin, B. Ali, and Ahmad, A. 2005. Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. *Acta Agron Hung.* 53: 433-437.
- Horváth, E., Szalai, G. and Janda, T. 2007. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *Plant Growth Regulation*, 26, 290-300.
- Hosseini, H., and Rezvani Moghadam, P. 2006. Effect of water and salinity stress in seed germination on Isabgol (*Plantago ovata*). *Iranian J. Field Crop Res.* 4(1), 15-22. [In Persian with English summary].
- Karimi, H. 1980. *Alfalfa*. Tehran University Press. Tehran. 371 pp. (In Persian)
- Kaya, M.D., G. Okcu, M. Atak, and Kolsarici, Y. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24: 291-295.

- Khajeh hosseini, A., A. Powell, and Bingham, I.J. 2003. The interaction between salinity stress and vigour during germination of soyabean seeds. *Seed Sci and Technol.* 31: 715-725.
- Khan, M.A., J.D. Maguire, G.S. Abawi, and Ilyas, S. 1992. Matric conditioning of vegetable seeds to improve stand establishment and early field plantings. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 117:41-47.
- Orr, W., de Ia Roche, A.I., Singh, J. and Voldeng, H. 1983. Imbibition chilling injury in cultivars of soybeans differing in temperature sensitivity to pod formation and maturation period. *Can. J. Bot.* 6:29-96.
- Reza, S., Heidari, R., Zare, S. and Norastehnia, A. 2006. Antioxidant response of two salt-stressed barley varieties in the presence or absence of exogenous proline. *Gen Appl Plant Physiology*, 32(3-4), 233-251.
- Shakirova, F.M., A.R. Shakhbutdinova, M.V. Bezrukova, R.A. Fatkhutdinova, and Fatkhutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedling induced by salicylic acid and salinity. *Plant Sci.* 164: 317-322.
- Shakirova, F.M., and Sahabutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant science.* 164: 317-322.
- Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E and Latifi, N. 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Sci. and Technol.* 30: 51-60
- Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S and Latifi, N. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea Coast of Iran. *Seed Sci. and Technol.* 29:653-662.
- Still, D.w., and Bradford, K.J. 1997. Endo-B-mannanase activity from individual tomato endosperm caps and radicle tips in relation to germination rates. *Plant Physiol.* 113:21-29.
- Stoffela, P.J., A. Paedosi, and Tognoni, F. 1988. Temperature and seed treatment effect in tap root growth of young bell peppers. *Adv. Hort. Sci.* 2:8-19.
- Zhang, G.H., Y.P. Gao, R.W. Wilen, and Gusta, L.V. 1998. Canola seed germination and seedling emergence from pre-hydrated and re-dried seed subjected to salt and water stress and low temperature. *Ann. Appl. Biol.* 132:339-348.