

تأثیر اسید آبسزیک و کینتین بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های گندم تحت تنش شوری

• علی‌اشرف مهربانی

استادیار، دانشگاه ایلام، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

• بهمن یزدی صمدی

استاد، دانشگاه تهران - پردیس کشاورزی و منابع طبیعی - گروه زراعت و اصلاح نباتات

• محمدرضا نقوی

دانشیار، دانشگاه تهران - پردیس کشاورزی و منابع طبیعی - گروه زراعت و اصلاح نباتات

• منصور امید

دانشیار، دانشگاه تهران - پردیس کشاورزی و منابع طبیعی - گروه زراعت و اصلاح نباتات

• رضا توکل افشاری

دانشیار، دانشگاه تهران - پردیس کشاورزی و منابع طبیعی - گروه زراعت و اصلاح نباتات

تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۸۵

Email: mehrabi_a@hotmail.com

چکیده

آزمایشی به منظور مطالعه تأثیر دو تنظیم کننده رشد گیاهی (اسید آبسزیک و کینتین) بر جوانه زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه‌ها و تحمل شوری در دو رقم گندم حساس (گاسپارد) و مقاوم (آذر ۲) انجام شد. آنالیز آماری صفات بررسی شده در مرحله جوانه زنی و رشد گیاهچه‌ها نشان داد که شوری منجر به کاهش میزان جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه‌ها در هر دو رقم گردید. با افزایش غلظت نمک درصد آب گیاهچه‌ها و محتوای نسبی آب (RWC) در آن‌ها کاهش یافت. با این حال نتایج آزمایش نشان داد که اثرات باز دارنده نمک در رشد گیاهچه‌های رقم گاسپارد بطور معنی داری بیشتر از رقم آذر ۲ بود که در واقع بیانگر تشابه وضعیت تحمل به شوری در مراحل جوانه‌زنی و گیاه کامل در این دو رقم می‌باشد. اسید آبسزیک اثرات بازدارندگی شدیدی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های هر دو رقم داشت. اما اثرات بازدارنده آن بر رشد کلئوپتیل و ساقه‌چه‌ها به مراتب بیشتر از کاهش رشد ریشه‌چه‌ها بود. روند کاهش رشد ریشه‌چه و کلئوپتیل در قیاس با شاهد در اثر تیمار با اسید آبسزیک نشان دهنده حساسیت بیشتر رقم آذر ۲ به این ماده تنظیم کننده رشد بود. برهمکنش‌های معنی داری بین سطوح مختلف شوری و اسید آبسزیک مشاهده گردید، به این معنا که پاسخ رشدی گیاهچه‌ها تحت اثرات توأمان شوری و اسید آبسزیک متفاوت بود، اما هر دو رقم تحت اثر این دو عامل بازدارنده واکنش یکسانی از خود نشان دادند. کینتین باعث افزایش درصد جوانه زنی بذور و وزن تر و خشک گیاهچه‌های هر دو رقم نسبت به گیاهچه‌های شاهد گردید. اما کینتین اثرات بازدارندگی شدیدی بر رشد ریشه‌چه‌ها داشت. محتوای آب بافتی گیاهچه‌ها و RWC در اثر تیمار کینتین افزایش پیدا کرد که این دو پارامتر با تغییرات جوانه‌زنی و رشد طولی گیاهچه‌ها همبستگی بالا و معنی داری داشت.

کلمات کلیدی: گندم، شوری، جوانه‌زنی، اسید آبسزیک، کینتین

Pajouhesh & Sazandegi No 77 pp: 83-93

Abscisic acid and kinetin effects on seed germination and seedling early growth of wheat under salinity stress

By: A.A. Mehrabi, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ilam University

B. yazdi Samadi, Department of Agronomy, Faculty Colleg of agriculture, University of Tehran

M.R.Naghavi, Department of Agronomy, Faculty Colleg of agriculture, University of Tehran

M. Omid, Department of Agronomy, Faculty Colleg of agriculture, University of Tehran

R. Tavakol afshari, Department of Agronomy, Faculty Colleg of agriculture, University of Tehran

Experiment was carried out in order to study the effects of two plant growth regulators on salinity tolerance status of two wheat genotypes Azar2 (tolerant) and Gaspard (susceptible). Salinity decreased germination percentage and growth of both two genotypes. Tissue water content (TWC) and relative water content (RWC) of seedlings decreased by increasing salt concentration in media. However experiment results showed that salt inhibitory effects on Gaspard Genotype was significantly further than Azar2, in fact this indicate similarity of these two genotypes responses to salinity in germination and whole plant stages. ABA had drastic inhibitory effects on germination seedling growth of both two genotypes. But ABA inhibitory effects were much more on coleoptiles and shoot development than its inhibitory effects on roots. Azar2 was more susceptible to ABA treatment than Gaspard. For both genotypes interaction between salt and ABA was significant that means growth response of seedlings under simultaneously two factors salt and ABA was different for various levels of them. Kinetin treatment increased germination percentage of seeds and fresh and dry weight of seedlings of both genotypes in related to control seedlings. But Kinetin treatment dramatically decreased the growth of roots. TWC and RWC of seedlings were increased under Kinetin treatment. in fact these two parameters are showing significant and high correlation with germination rate development of seedlings.

Keywords: Wheat, Salinity stress, Germination, ABA, Kinetin

مقدمه

گیاهان زراعی اغلب در معرض عوامل محدود کننده محیطی مانند شوری بالای خاک یا خشکی قرار دارند که با محدودیت در آب قابل استفاده گیاه کلیه فرایندهای آن را تحت تأثیر قرار می دهند (۱، ۹). بین تنش شوری و کمبود آب همواره رابطه مستقیم و غیر قابل تفکیکی وجود دارد. در گیاهان مواجه با شوری علاوه بر تأثیر اسمزی تنش شوری که همچون تنش خشکی باعث بر هم زدن روابط آبی گیاه می شود، اثر اختصاصی تنش شوری نیز مطرح است که به صورت تأثیر یون ها روی متابولیسم سلولی و در بعضی موارد سمیت ناشی از تجمع یون ها خودنمایی می کند (۱۰).

جوانه زنی بذری یکی از مراحل حیاتی و تعیین کننده در چرخه رشد گونه های گیاهی است چرا که در استقرار موفق گیاه و عملکرد نهایی آن نقش دارد. سه مرحله قابل تمایز طی جوانه زنی عبارتند از: الف) مرحله آماس بذر که طی آن جذب آب درون بذر اتفاق می افتد. ب) مرحله تأخیر که در این مرحله فعال سازی آنزیمی و شروع فعالیت های مریستمی صورت می گیرد. ج) شروع رشد با طویل شدن ریشه چه و ساقه چه و خروج آن ها از پوسته بذر. این توالی وقایع تحت کنترل جذب آب از محیط خارجی است. میزان و سرعت جوانه زنی با کاهش پتانسیل آب خارجی کاهش می یابد و برای هر گونه ای میزانی از پتانسیل آب وجود دارد که پائین تر از آن جوانه زنی صورت نمی گیرد (۴، ۱۵).

مطالعات گسترده در زمینه واکنش های دفاعی گیاه به تنش های مختلف زیستی و غیر زیستی چون تنش گرمایی، شوری، پرتو تابشی اشعه ماوراء بنفش، غرقابی، تنش سرما و آلودگی پاتوژن ها مؤید این است

که احتمالاً چندین مسیر درک و انتقال پیام تنش^۱ وجود دارد که با هم برهمکنش داشته و پاسخ های گیاه به تنش های محیطی را تنظیم می کند. چنین سیستمی از تداخل نسبی الگوهای پاسخ به تنش، منجر به این طرح می شود که ائتلاف پاسخ های گیاه به تنش های محیطی وابسته به یک تغییر سراسری در فعالیت های چندین تنظیم کننده رشدی است که از بین آن ها اسید آبسیزیک^۲ و سیتوکینین ها^۳ غالب ترین کاندیداها هستند. هر چند که سایر تنظیم کننده های رشدی چون اسیدسالیسیلیک^۴ و جاسمونات ها^۵ و... نیز در کنترل پاسخ های گیاه به شرایط محیطی نامساعد نقش مهمی دارند (۱۰، ۱۹).

کاهش رشد تحت شرایط تنش نتیجه جلوگیری از تقسیم سلول، رشد سلول و یا هر دوی آنهاست که این اثرات بازدارندگی می تواند در اثر تغییر در توازن تنظیم کننده های رشد گیاهی (فیتوهورمون ها) در اثر تنش باشد (۱، ۱۳، ۱۵، ۱۶).

مشخص شده است که تحت شرایط نامساعد محیطی سطوح درون زای^۶ فیتوهورمون ها دچار تغییرات اساسی می شود (۱، ۱۰، ۱۱). کاهش مقادیر سیتوکینین ها و اسیدجیبرلیک^۷ و افزایش محتوای اسیدآبسیزیک در گونه های گیاهی متعددی تحت تنش های شوری و خشکی گزارش شده است (۱۲، ۱۵، ۱۶). با اینکه مکانیسم های تعادل هورمونی در گیاهان ضعیف است اما مشخص شده است که غلظت های مطلق سیتوکینین ها و سایر تنظیم کننده های رشدی بطور متقابل بر سنتز و متابولیسم آن ها اثر می گذارند (۱۰، ۱۸). از این رو تیمار برون زای^۸ (خارجی) تنظیم کننده های رشدی به عنوان عامل متقابل روی گیاهان متأثر از تنش می تواند روشی ممکن جهت بهبود اثرات تنش های محیطی غیر زیستی باشد (۱، ۵، ۶،

نتایج

(۱۶، ۱۵).

تأثیر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها: تجزیه آماری صفات بررسی شده در هر دو آزمایش نشان داد که شوری باعث کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های هر دو رقم گاسپارد و آذر ۲ شد (جدول ۱، ۲ و ۳). همچنین با افزایش شوری محتوای آب بافتی گیاهچه‌ها و RWC کاهش یافت که می‌توان نتیجه گرفت، ممانعت از رشد در نتیجه کاهش جذب آب بوده است و این وضعیت باعث جلوگیری از تقسیم سلول و رشد آن شده است (۱۵، ۱۶). زیرا با افزایش شوری توانایی بالفعل گیاهچه‌ها در جذب آب نسبت به پتانسیل بالقوه آن‌ها در شرایط طبیعی و بدون تنش کاهش یافته است که می‌تواند مربوط به اثرات اسمزی تنش شوری باشد.

مقایسه میانگین صفات بررسی شده در سطوح شوری برای ارقام در هر دو آزمایش حاکی از تحمل بیشتر رقم آذر ۲ نسبت به رقم گاسپارد بود؛ به عبارتی جوانه زنی و رشد گیاهچه‌های رقم آذر ۲ بطور معنی‌داری بهتر از رقم گاسپارد بود (جدول ۳). این نتایج نشان می‌دهد که تحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی این دو رقم مشابه با تحمل به شوری این ارقام در مرحله گیاه کامل بوده است.

محتوای نسبی آب (RWC) در گیاهچه‌های رقم حساس گاسپارد بالاتر از محتوای نسبی آب در گیاهچه‌های رقم آذر ۲ بود و می‌توان چنین نتیجه گرفت که رقم متحمل نسبت به رقم حساس آب کمتری از پتانسیل بالقوه اش جذب نموده است و در واقع با این مکانیسم رقم متحمل اثر اختصاصی تنش شوری که همان سمیت یونی عناصر سدیم و کلر است را کاهش داده است (جدول ۳).

تأثیر اسید آبسزیک بر جوانه زنی و رشد گیاهچه‌ها تحت تنش شوری: اسید آبسزیک اثرات بازدارندگی شدیدی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گندم داشت به نحوی که کلیه صفات بررسی شده در اثر تیمار اسید آبسزیک نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان دادند. اما اسید آبسزیک باعث افزایش نسبت طول ریشه‌چه به کلئوپتیل و ساقچه‌چه شد. به عبارتی اثرات بازدارنده اسید آبسزیک بر رشد کلئوپتیل و ساقچه‌چه به مراتب بیشتر از کاهش رشد ریشه‌چه‌ها در اثر تیمار این تنظیم‌کننده رشد بوده است. درصد آب گیاهچه‌ها و RWC آن‌ها نیز در سطوح ۴ و ۶ میکرومول اسید آبسزیک نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۳).

با معنی دار شدن برهمکنش‌های رقم در اسید آبسزیک برای دو صفت طول ریشه‌چه ($p < 0.05$) و طول کلئوپتیل ($p < 0.01$) مشخص شد که روند رشد گیاهچه‌های ارقام در سطوح مختلف تنظیم‌کننده رشد اسید آبسزیک متفاوت بوده است (جدول ۱). طبق شکل ۱، روند کاهش رشد ریشه‌چه و کلئوپتیل در قیاس با شاهد در اثر تیمار تنظیم‌کننده رشد اسید آبسزیک نشان می‌دهد که حساسیت رقم آذر ۲ به اسید آبسزیک بیشتر از رقم گاسپارد بوده است.

برهمکنش‌های معنی‌دار شوری در اسید آبسزیک در ارتباط با اکثر صفات رشدی (جدول ۱) بیانگر این است که پاسخ رشدی گیاهچه‌ها تحت اثرات توأمان شوری و اسید آبسزیک متفاوت بوده است. با ترسیم این برهمکنش‌ها در شکل ۲ افزایش نسبی رشد کلئوپتیل و ریشه‌چه‌ها در سطوح پائین کلرید سدیم (۷۰ میلی‌مول) مشاهده شد که بیانگر این است که این غلظت از نمک برای هر دو رقم شور نبوده (تنشی ایجاد نکرده) است و حتی تاحدودی محرک رشد کلئوپتیل نیز بوده است. اما با

هدف این مقاله بررسی تأثیر دو تنظیم‌کننده رشدی اسید آبسزیک و کینتین بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه‌های گندم تحت تنش شوری در دو رقم گندم حساس و متحمل به شوری است.

مواد و روش‌ها

بذور دو رقم گندم آذر ۲ (متحمل به خشکی و شوری) و گاسپارد^۱ (حساس به خشکی و شوری) از بخش غلات مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد و با محلول هیپوکلریت سدیم (با یک درصد کلر فعال) به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی گردید؛ پس از سه بار شستشو با آب مقطر سترون، تحت شرایط کاملاً استریل تعداد ۲۵ بذر در ظروف شیشه‌ای (پتری‌دیش) به قطر ۹ سانتی‌متر، روی یک لایه کاغذ صافی کشت گردید. دو آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی راه‌اندازی شد.

در آزمایش اول تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح شوری ایجاد شده با نمک کلرید سدیم (در غلظت‌های صفر، ۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌مول در لیتر) و تنظیم‌کننده رشد اسید آبسزیک در چهار غلظت صفر، ۲، ۴ و ۶ میکرومول در لیتر بود. در آزمایش دوم نیز به همان ترتیب فوق از چهار غلظت صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میکرومول در لیتر تنظیم‌کننده رشد کینتین^{۱۰} استفاده شد.

کشت‌ها در دمای 20 ± 1 درجه سانتی‌گراد و در تاریکی مطلق نگهداری شد. پس از یک هفته از کشت بذور، تعداد بذور جوانه زده، طول ریشه‌چه، طول کلئوپتیل، طول ساقچه‌چه (اندام هوایی^{۱۱})، وزن تر و خشک گیاهچه‌ها اندازه‌گیری شد. محتوای آب بافتی^{۱۲} گیاهچه‌های بدست آمده از هر واحد آزمایشی با استفاده از رابطه (۱) تعیین گردید.

رابطه (۱): $100 \times (\text{وزن تر گیاهچه‌ها} / \text{وزن خشک گیاهچه‌ها}) - \text{وزن تر گیاهچه‌ها}$ = TWC

برای تعیین محتوای نسبی آب گیاهچه‌ها^{۱۲}، گیاهچه‌های شاهد هر دو رقم پس از توزین وزن تر آن‌ها در آب مقطر غوطه‌ور شده و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد؛ پس از ۲۴ ساعت وزن آماس^{۱۳} گیاهچه‌ها اندازه‌گیری شد. وزن آماس به ازای هر گرم وزن تر گیاهچه‌های شاهد برای دو رقم محاسبه و به این ترتیب وزن آماس متناظر با وزن تر هر کدام از واحدهای آزمایشی محاسبه گردید. با اطلاعات موجود محتوای نسبی آب گیاهچه‌ها به روش Tsoner و همکاران (۱۷) برای هر واحد آزمایشی به کمک رابطه ۲ محاسبه گردید که در واقع نسبت میزان آب بالفعل جذب شده توسط گیاهچه‌ها به میزان آب بالقوه قابل جذب توسط گیاهچه‌ها می‌باشد.

رابطه (۲): $100 \times ((\text{وزن خشک گیاهچه‌ها} - \text{وزن آماس گیاهچه‌ها}) / (\text{وزن خشک گیاهچه‌ها} - \text{وزن تر گیاهچه‌ها})) = \text{RWC}$

داده‌های آزمایشی جمع‌آوری شده پس از میانگین‌گیری در نرم افزار EXCEL ذخیره شد و تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده، پس از انجام آزمون نرم‌الیتی روی داده‌ها و خطاهای آزمایشی و همچنین آزمون همسانی واریانس تیمارهای آزمایشی و در صورت لزوم انجام تبدیل توانی^{۱۴} (۷)، با استفاده از نرم‌افزارهای Minitab11 و SAS8,2 انجام شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده در آزمایش اثرات اسیدآبسیزیک بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گندم تحت تنش شوری											
RWC	آب گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	وزن تر گیاهچه	طول ریشه‌چه به کلئوپتیل	طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول کلئوپتیل	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	جوانه‌زنی	درجه آزادی	منبع تغییر
۰/۴۰۷	۲۴/۳۷	۰/۰۰۱	۰/۰۷۳	۰/۱۵۵	۰/۲۸۴	۱۲۳/۸۰۰	۱۹۹/۲۶۰	۲۶۲/۹۳۰	۸۳۸/۱۷۰	۲	تکرار
۱۱۹/۰۳۸۰۰	۱۶۷	۰/۰۴۵۰۰	۴/۹۳۲۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۱۱۴۵/۲۳۰۰	۱۴۶/۲۳۰۰	۴۶۴۹/۱۴۰۰	۱۰۰۰۰	۱	رقم
۳/۲۰۲۰۰	۲۳۳	۰/۱۴۱۰۰	۱۴/۲۱۶۰۰	۰/۲۲۹	۳/۲۹۲۰۰	۴۷۹۹/۴۳۰۰	۱۳۲۵۵/۹۴۰۰	۲۲۹۷۶/۷۴۰۰	۱۳۳۰۰	۳	شوری
۰/۵۷۳۰	۳۳/۶۴	۰/۰۲۵۰۰	۲/۱۵۲۰۰	۳/۶۸۱۰۰	۵/۵۷۲۰۰	۱۵۹۵/۲۵۰۰	۴۴۴۵/۹۲۰۰	۲۰۶۲/۲۲۰۰	۶۶۷/۷۸۰۰	۳	اسید آبسیزیک
۰/۲۹۱	۲۷/۰۶	۰/۰۰۴۰	۰/۳۱۱۰	۰/۱۳۱	۰/۱۵۵	۸۳/۸۲۰	۹۷/۸۴۵	۶۰۴/۴۴۰۰	۳۸۴/۰۴۴	۳	رقم شوری
۰/۰۶۷	۳/۶۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۲۳۳	۰/۲۳۰	۵۰/۰۵۴	۱۶۰/۵۷	۲۸۵/۷۶۰	۲۱/۵۵	۳	رقم اسید آبسیزیک
۰/۳۰۰	۱۸/۹۱	۰/۰۰۳۰	۰/۲۹۵۰۰	۳/۲۹۳۰۰	۳/۳۱۹۰۰	۲۴۶۹/۶۱۰۰	۶۵۹/۴۵۰۰	۷۲۲/۸۴۰۰	۱۵۲/۲۲	۹	شوری اسید آبسیزیک
۰/۱۸۷	۱۱/۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۶۱	۰/۲۸۴	۰/۲۷۹	۲۸/۵۵	۶۲/۸۰	۷۰/۸۰	۱۵۷/۲۶	۹	رقم شوری اسید آبسیزیک
۰/۱۹۹	۱۲/۹۲	۰/۰۰۱	۰/۰۸۲	۰/۲۴۱	۰/۲۳۲	۲۲/۴۸	۴۹/۰۱	۷۶/۴۶	۱۵۵/۵۹	۶۲	خطا
۰/۵۰	۴/۱۶	۲۴/۶۱	۲۶/۲۶	۲۳/۵۶	۲۶/۵۶	۲۲/۶۰	۲۴/۰۴	۲۲/۰۸	۱۷/۷۱۳		ضریب تغییرات %

**،*،+ : به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد

اسیدآبسیزیک همسان بوده است (جدول ۱ و شکل ۳).
 تأثیر کینتین بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها تحت تنش شوری: تنظیم‌کننده رشد گیاهی کینتین باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذور هر دو رقم آذر ۲ و گاسپارد نسبت به شاهد شد. همچنین وزن تر و خشک گیاهچه‌های تیمار شده با کینتین بیشتر از گیاهچه‌های شاهد بود اما کینتین اثرات بازدارندگی شدیدی بر رشد ریشه‌چه‌ها و به مقدار کمتری بر رشد ساقه‌چه و کلئوپتیل داشت (جدول ۴)؛ به‌نحوی که مشاهده شد که ریشه‌چه گیاهچه‌های تیمار شده با کینتین کوتاه‌تر ولی تعداد آن‌ها بیشتر تعداد ریشه‌چه گیاهچه‌های شاهد بود (شکل ۶). با توجه به نتایج جدول ۴، محتوای نسبی آب (RWC) گیاهچه‌ها در اثر تیمار تنظیم‌کننده رشدی کینتین افزایش یافت و تغییرات محتوای آب بافتی (TWC) یا درصد آب گیاهچه‌ها با تغییرات جوانه‌زنی ($r=0.89, p<0.001$) و وزن تر و خشک گیاهچه‌ها

تیمار اسیدآبسیزیک و افزایش آن کاهش رشد گیاهچه‌ها و وزن تر آن‌ها را می‌توان به وضوح مشاهده نمود.
 نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه تحت اثرات توأمان شوری و اسیدآبسیزیک اختلافات معنی‌داری نشان داد. بطوریکه در شوری ۱۴۰ میلی‌مول کلرید سدیم، با افزایش اسیدآبسیزیک نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در مقایسه با شاهد افزایش پیدا نمود؛ ولی در بالاترین سطح شوری ایجاد شده یعنی ۲۱۰ میلی‌مول کلرید سدیم این اثرات تا حدودی برگشت‌نموده و حداکثر مقدار این نسبت در غلظت ۲ میکرومول اسیدآبسیزیک مشاهده گردید که چنین استدلال می‌شود که بیشترین اثرات بازدارندگی اسیدآبسیزیک در ممانعت از رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه در این غلظت و در بالاترین سطح شوری بوده است (شکل‌های ۲ و ۳). عدم وجود برهمکنش معنی‌دار بین عامل‌های رقم، شوری و اسیدآبسیزیک نشان می‌دهد که واکنش هر دو رقم تحت اثرات توأم دو عامل بازدارنده شوری و

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده در آزمایش اثرات کینتین بر جوانه زنی و رشد گیاهچه های گندم تحت تنش شوری

RWC	میانگین مربعات											درجه آزادی	منبع تغییر
	آب گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	وزن تر گیاهچه	طول ریشه چه به کلوتوبیل	طول ریشه چه به ساقچه	طول کلوتوبیل	طول ساقچه	طول ریشه چه	طول ریشه چه	جوانه زنی	جوانه زنی		
۰/۸۷۳	۱۱/۸۵۵**	۰/۰۰۳	۰/۷۹۷**	۰/۰۷۹	۰/۰۷۴	۳/۸۸۶۱	۱۳۲/۰۲۹	۱۶/۹۸۷	۷۶/۱۳۵**	۲	تکرار		
۱۳۲/۱۸۸**	۸۴/۹۳۸**	۰/۰۲۹**	۳/۶۸۳**	۰/۲۴۹*	۰/۰۶۷	۱۳۷۱/۰۸۸**	۱۹۷۰/۱۸۸**	۲۹۴۳/۸۴۶**	۳۴۰۸/۱۶۷**	۱	رقم		
۲/۷۹۳*	۱۵۵/۵۸۳**	۰/۱۵۹**	۱۶/۳۶**	۱/۰۵۶**	۱/۰۳۵**	۶۱۶۲/۵۱۹**	۱۷۷۰/۲	۱۰۰۶۵/۱۹۶**	۳۳۷۶/۱۶۷**	۳	شوری		
۱/۵۲۷	۹/۸۴**	۰/۰۰۴*	۰/۳۲۸*	۲/۹۲۴**	۱/۲۷۲**	۴۶/۸۸۴۶	۳۴۹/۷۰۵**	۵۷۲۲/۸۲۷**	۲۲۶/۱۳۹*	۳	کینتین		
۱/۳۲۸	۲۰/۴۸۹**	۰/۰۰۴*	۰/۴۸۸**	۰/۱۳۶	۰/۰۹۰	۲۲۰/۹۷۷**	۱۸۷/۸۲۱	۱۲۰/۹۴۷	۲۸۹/۵۰*	۳	رقم شوری		
۱/۰۷۳۶	۴/۴۱۱*	۰/۰۰۰۳	۰/۲۴۶	۰/۰۱۰	۰/۰۳۶	۳۷/۸۳۳	۹۱/۷۲۸	۱۰۹/۵۳۴	۱۹۶/۳۰۵	۳	رقم کینتین		
۱/۰۳۱۴	۱/۶۹۳	۰/۰۰۰۲	۰/۱۴۸	۰/۴۲۹**	۰/۲۰۰**	۴۳/۳۴۱*	۲۲۲/۱۳۷**	۱۴۱۳/۸۶۰**	۷۶/۵۰۹	۹	شوری کینتین		
۱/۲۸۰	۱/۶۷۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۶۸	۰/۰۷۳	۰/۰۵۶	۱۸/۴۹۲	۴۰/۷۰۷	۴۱/۸۹۳	۶۶/۶۷۶	۹	رقم شوری کینتین		
۰/۷۲۵	۱/۵۷۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱۱۵	۰/۰۵۶	۰/۰۴۷	۱۷/۷۸۵	۶۹/۳۰	۵۹/۵۱۲	۹۰/۳۲۸	۶۲	خطا		
۰/۹۷۱	۱/۴۴	۱۹/۴۹	۳۲/۵۱	۳۳/۳۵	۳۱/۵۳	۱۳/۰۶	۱۸/۹۴	۳۲/۹۷	۱۱/۸۰		ضریب تغییرات %		

**، * و +: به ترتیب معنی دار در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در ارتباط با جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گندم برای ارقام و سطوح مختلف نمک کلرید سدیم و تنظیم کننده‌های رشدی اسیدآبزیک و کیتین (به روش آزمون چند دامنه دانکن)

رقم	میانگین‌ها									
	چونانه‌زنی %	طول ریشه چه (mm)	طول ساقچه (mm)	طول کلتورپیل (mm)	طول ریشه چه (mm)	طول ریشه چه (mm)	طول ریشه چه (mm)	وزن گیاهچه (mg)	وزن خشک (mg)	آب گیاهچه %
آزمایش اسیدآبزیک	۷۸/۱۶A	۴۷/۵۶A	۳۳/۳۶A	۷۴/۱۷A	۱/۸۱A	۱/۸۱A	۷/۰۹A	۱/۳۲A	۰/۱۴۶A	۸۷/۶۴A
گاسپارد	۶۲/۷۷B	۳۲/۶۱B	۲۱/۸۸B	۷۱/۵۲B	۱/۸۲A	۱/۸۲A	۷/۰۷A	۰/۸۷B	۰/۱۰۳B	۸۴/۹۹B
آزمایش کیتین	۸۷/۵۰A	۳۷/۱۷A	۳۸/۶۵A	۳۵/۸۴A	۰/۸۵A	۰/۸۵A	۷/۰۷A	۱/۷۰A	۰/۱۹۹A	۸۷/۶۲A
گاسپارد	۷۴/۵۸B	۲۸/۰۵B	۳۹/۳۸B	۲۸/۶۵B	۰/۸۹A	۰/۸۹B	۰/۸۷B	۰/۹۷B	۰/۱۶۵B	۸۵/۷۵B

میانگین‌های با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در ارتباط با جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گندم در سطوح مختلف نمک کلرید سدیم و تنظیم کننده‌های رشدی اسیدآبزیک و کیتین (به روش آزمون چند دامنه دانکن)

شوری (میلی‌مول)	میانگین‌ها									
	طول ریشه چه (mm)	طول ساقچه (mm)	طول کلتورپیل (mm)	طول ریشه چه (mm)	طول ریشه چه (mm)	طول ریشه چه (mm)	وزن گیاهچه (mg)	وزن خشک (mg)	آب گیاهچه %	تعدادهای آزمایشی
۰	۷۷/۱۲A	۵۸/۰۱A	۳۷/۹۱A	۱/۳۳D	۱/۳۱A	۱/۳۱A	۷/۰۳A	۰/۲۱۴A	۸۷/۳۷A	۸۸/۱۷A
۷۰	۶۱/۹۰B	۳۷/۱۴B	۲۷/۷۰B	۱/۳۹C	۱/۳۰A	۱/۳۰A	۱/۳۹B	۰/۱۵۵B	۸۷/۴۹A	۷۸/۸۳B
۱۱۰	۲۰/۳۳C	۱۷/۰۴C	۱۴/۳۱C	۱/۹۸B	۱/۲۱A	۱/۲۱A	۰/۹۲۰C	۰/۰۹۱C	۸۵/۱۱B	۶۳/۸۳C
۲۱۰	۸/۸۴D	۱/۸۵D	۱/۴۵D	۱/۶۱A	۱/۲۱A	۱/۲۱A	۰/۷۵D	۰/۰۳۸D	۸۷/۵۹C	۴۸/۸۴D
اسیدآبزیک (میکرو مول در لیتر)	۷۷/۷۷A	۵۲/۴۲A	۴۸/۳۸A	۱/۰۱B	۱/۳۳A	۱/۳۳A	۱/۵۱A	۰/۱۸۸A	۸۷/۷۷A	۷۷/۷۷A
۲	۷۰/۷۷B	۳۸/۳۰B	۳۸/۹۹B	۱/۲۳A	۱/۳۳A	۱/۳۳A	۰/۹۶BC	۰/۱۵۵B	۸۷/۴۹A	۷۰/۷۷B
۴	۶۸/۸۳B	۳۵/۳۵BC	۲۱/۱۶C	۱/۲۱A	۱/۳۱A	۱/۳۱A	۰/۹۶BC	۰/۱۰۰BC	۸۵/۱۱B	۶۸/۸۳B
۶	۷۶/۵۰B	۳۱/۸۲C	۱۷/۸۵D	۱/۲۷C	۱/۳۰A	۱/۳۰A	۰/۸۲C	۰/۰۹۱C	۸۵/۱۱B	۷۶/۵۰B
کیتین	۷۷/۱۶B	۴۷/۳۴A	۴۸/۳۸A	۱/۳۳A	۱/۳۳A	۱/۳۳A	۱/۵۱A	۰/۱۸۸A	۸۷/۶۲A	۷۷/۱۶B
۱۰	۸۳/۰۱A	۲۸/۸۳B	۴۴/۳۷AB	۰/۸۰AB	۰/۹۶B	۰/۹۶B	۱/۳۱A	۰/۱۶۵A	۸۷/۸۸AB	۸۳/۰۱A
۲۰	۸۰/۷۵AB	۲۵/۱۴C	۴۱/۷۷BC	۰/۸۱B	۰/۸۱B	۰/۸۱B	۱/۳۲B	۰/۱۷۸B	۸۷/۰۱C	۸۰/۷۵AB
۳۰	۸۰/۹۸AB	۲۴/۰۱C	۴۱/۰۱C	۰/۸۰C	۰/۸۲C	۰/۸۲C	۱/۴۱B	۰/۱۷۸B	۸۷/۳۰BC	۸۰/۹۸AB

میانگین‌های با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشند.

حداکثر محتوای نسبی آب گیاهچه‌های در غلظت ۱۰ میکرومول کینتین مشاهده گردید (جدول ۴). بررسی برهمکنش معنی‌دار شوری و کینتین نشان داد که در سطوح مختلف تنظیم‌کننده رشدی کینتین اثرات نمک کلرید سدیم بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها تا حدودی متفاوت بود، به این صورت که جوانه‌زنی بذور در تمام سطوح تنش با تیمار کینتین بهبود پیدا نمود و در مورد بیوماس گیاهچه‌ها نیز در شوری ۷۰ میلی مول کلرید سدیم، کینتین در غلظت ۱۰ میکرومول اثرات تنش را خنثی نمود (شکل ۴).

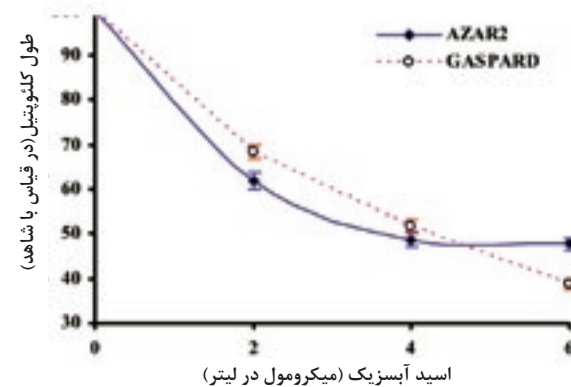
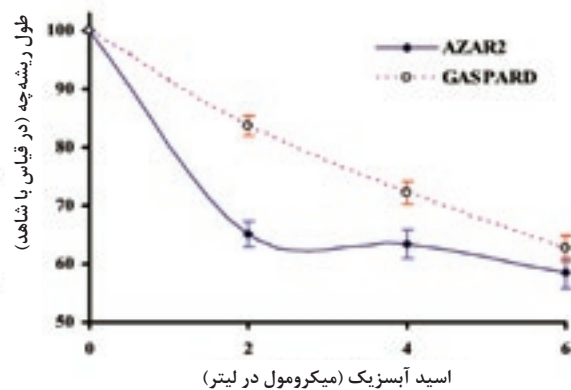
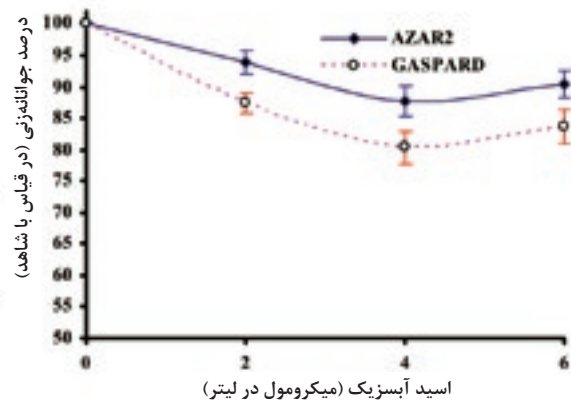
بحث و نتیجه‌گیری

اثرات بازدارنده اسید آسزیک بر رشد و نمو گیاهی بسیار اهمیت دارد (۲، ۳). نقش زیستی اسید آسزیک شاید نوعی تنظیم‌کننده رشد گیاهی ضد فقر و مزیقه باشد که در نتیجه آن گیاه در مقابل حملات عوامل مختلف چون خشکی، شوری، تنش دمایی (گرما و سرما) و یا نزدیک شدن فصل نامساعد حالات دفاعی گوناگونی به خود می‌گیرد. در این شرایط بسته شدن روزنه‌ها و زندگی کند و بطئی از تمهیداتی است که گیاه به کار می‌گیرد (۴). حساسیت بیشتر رقم مقاوم به شوری آذر ۲ به غلظت به کار رفته اسید آسزیک در این آزمایش نیز شاید ناشی از همین تأثیر باشد.

کاهش سطوح درون‌زای سیتوکینین‌ها در گیاهان در معرض تنش بر امکان اینکه سطوح کاهش یافته سیتوکینین‌ها عامل محدودکننده رشد تحت شرایط تنش باشد اشاره دارد و بر این نکته تأکید دارد که کاربرد خارجی کینتین می‌تواند منجر به افزایش رشد گیاهچه‌های در معرض تنش بشود. بنابراین نیاز است که سطوح درون‌زای هورمون‌های گیاهی متفاوت تحت تنش‌های مختلف مطالعه شود تا بتوان به نتیجه‌گیری منطقی و بهتری در این رابطه دست پیدا کرد.

تقویت جوانه زنی تحت شرایط تنش توسط کینتین می‌تواند مربوط به افزایش جذب آب به دلیل افزایش نفوذ پذیری غشاء و یا به خاطر غلظت داخلی املاح فعال اسمتیکی باشد (۶، ۱۴، ۱۶). علاوه بر اثرات اولیه تنش، کاهش رشد گیاهچه تحت تنش شوری تا حدودی به دلیل کاهش تحرک نشاسته می‌باشد که در اثر کاهش فعالیت آمیلاز و محتوای بالای نشاسته در لپه‌ها یا اندوسپرم 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 وضعیت باعث محدود شدن محور جنین‌زا و کاهش رشد گیاهچه تحت شرایط تنش می‌شود (۱۵). کینتین و اسید جیبرلیک فعالیت آمیلاز را در بذور گیاهان تحت تنش افزایش می‌دهد. از نتایج کارهای Stavir و همکاران (۱۹۹۸) مستدل می‌شود که اثرات زیانبار تنش روی رشد گیاهچه‌ها و فعالیت آمیلاز با افزودن مصنوعی تنظیم‌کننده رشد کینتین و اسیدجیبرلیک در محیط کشت بذور نخود زراعی جبران (برگشت داده) شد. این مواد باعث خنثی کردن شرایط تنش شده و با تقویت و تشدید متابولیسم نشاسته و فعالیت آمیلاز در لپه‌ها باعث رشد بهتر گیاهچه‌ها می‌شود (۱۵ و ۱۶).

مطالعات زیادی نشان داده‌اند که بین سطوح درون‌زای دو تنظیم‌کننده رشد اسید آسزیک و کینتین برهمکنش‌های شدیدی وجود دارد که در برخی موارد این برهمکنش‌ها به صورت تشدید کننده عمل فیزیولوژیک



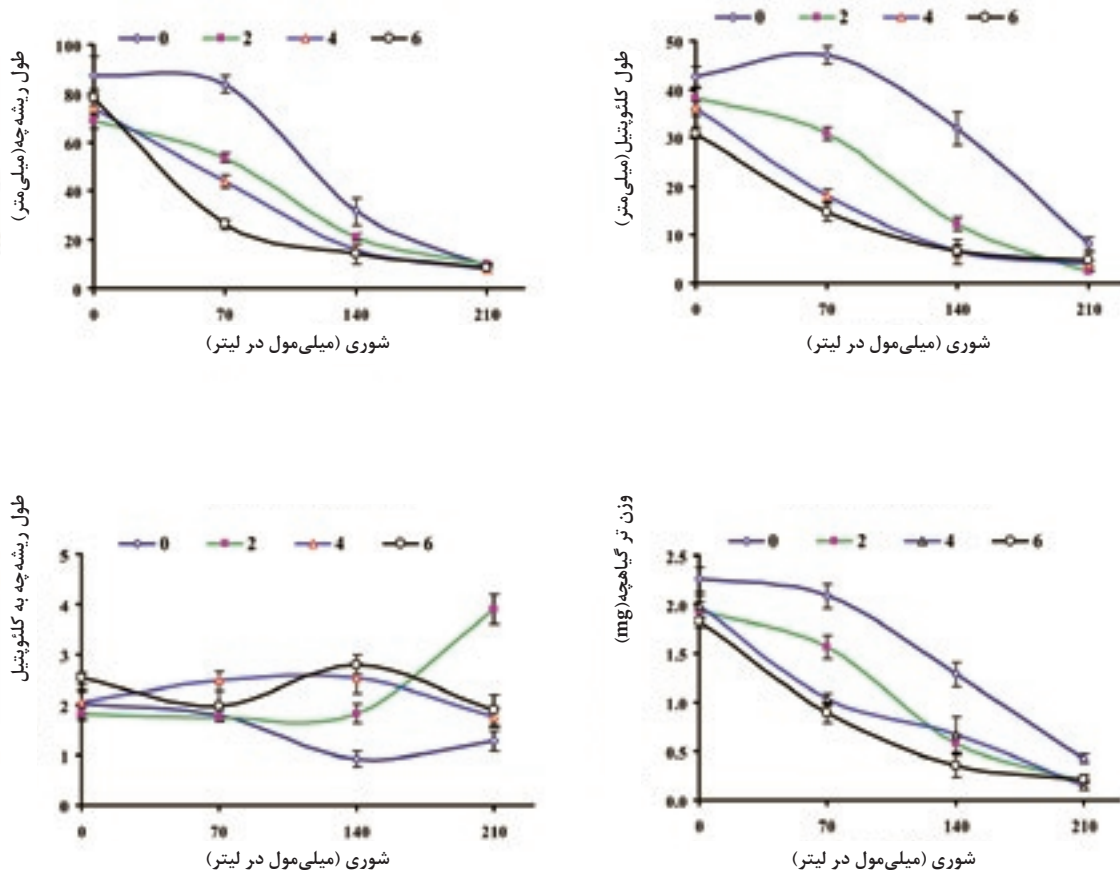
شکل ۱- سبب حساسیت جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه‌های ارقام آذر ۲ و گاسپارد گندم به اسید آسزیک در مقایسه با شاهد

($r=0.72, p<0.001$) و رشد طولی گیاهچه‌ها ($r=0.72, p<0.001$)

همبستگی بسیار بالایی داشت.

از آنجا که تأثیر اولیه تنش‌های اسمزی تأخیر و کندی در جذب آب است که برای فرایند جوانه‌زنی حیاتی است، نقش کینتین در افزایش جوانه زنی بذور و افزایش بیوماس گیاهچه‌ها را می‌توان به تأثیر احتمالی این تنظیم‌کننده رشدی در کاهش نیاز آبی گیاهچه‌ها و همچنین افزایش جذب آب در طی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها ربط داد (۱۵).

حداکثر جوانه زنی بذور، وزن تر و خشک گیاهچه‌ها و همچنین



شکل ۲- برهمکنش اثرات شوری و اسید آبسیزیک بر صفات مختلف ارزیابی شده در ارتباط با رشد اولیه گیاهچه‌های گندم

تنش، رابطه‌ای معکوس بین حساسیت ارقام به اسیدآبسیزیک و شوری مشاهده شد، به نحوی که گیاهچه‌های با تحمل بیشتر نسبت به شوری از حساسیت بیشتری به این تنظیم‌کننده رشد گیاهی برخوردار بودند. به هر روی مطالعه بیشتر و اندازه‌گیری سطوح درونزای این فیتوهورمون در گیاهچه‌های متأثر از شوری می‌تواند اهداف این پژوهش را دست‌یافتنی‌تر نماید. کینتین نیز به‌عنوان یک سیتوکینین مصنوعی (سننتیک) توانایی جوانه‌زنی بذور و جذب آب گیاهچه‌ها را در تمامی سطوح شوری افزایش داد؛ توسعه این نتایج را می‌توان به صورت محلول پاشی غلظت‌هایی از این تنظیم‌کننده رشد (در دامنه غلظت‌های استفاده شده در این تحقیق) در مراحل مختلف فنولوژیک همین ارقام یا ارقام دیگر در آزمایشی گلخانه‌ای یا مزرعه‌ای به تحلیل گذاشت. در مورد استفاده از غلظت‌های کینتین، با توجه به نتایج این آزمایش توصیه می‌شود از مقادیر کمتر از ۱۰ میکرومول کینتین استفاده شود. در این آزمایش غلظت‌های به کار رفته از تنظیم‌کننده‌های رشد در ترکیبات مختلف همراه با سطوح مختلف کلرید سدیم به صورت محلول مورد استفاده جهت آبیاری بذور به کار گرفته شد که پیشنهاد می‌شود در مطالعات دیگر قبل از قرارگیری بذور در معرض تنش، بذور با غلظت‌های تنظیم‌کننده رشدی پیش‌تیمار (خیسانده) شود.

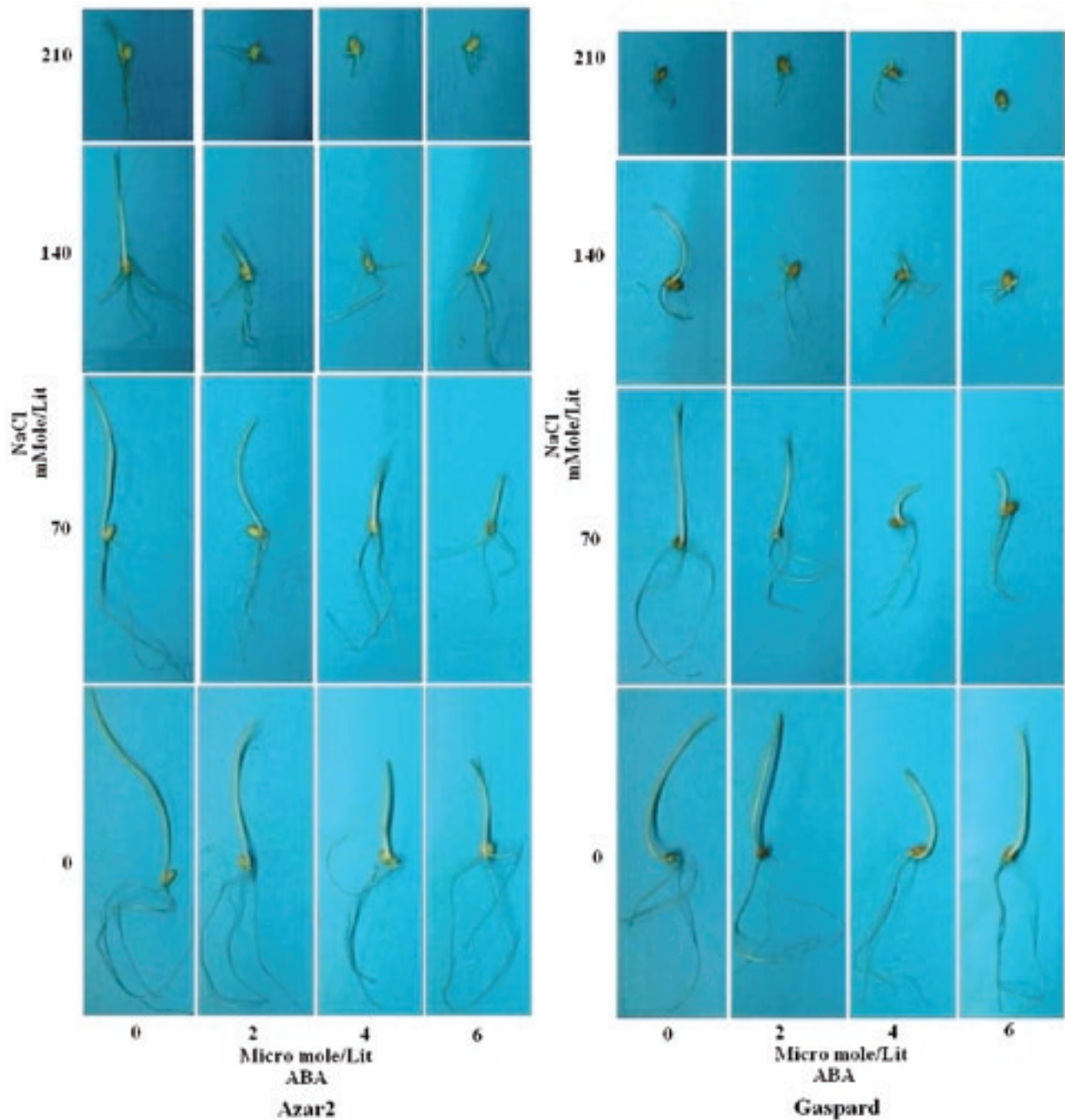
یک ماده دیگر است که در رشد گیاهی مؤثر است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آبی برهمکنش این دو هورمون به صورت تیمار خارجی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

جمع‌بندی کلی و پیشنهادات

شوری با اثر عمومی (اسمزی)، اثر اختصاصی (سمیت یونی) و اختلالات تغذیه‌ای که برای گیاه ایجاد می‌کند از عوامل مهم تنش‌زای محیطی است. سازوکارهای فیزیولوژیک گیاه از قبیل توازن فیتوهورمونی را شاید بتوان با مطالعه دقیق در راستای تقویت پاسخ و تحمل نسبی گیاه به تأثیرات سوء تنش و به عبارتی تعدیل تنش به کار گرفت.

در این پژوهش مشاهده شد که روابط آبی گیاه را می‌توان به عنوان صفاتی مهم در ارزیابی ارقام گندم تحت تنش شوری به کار گرفت. به ویژه پتانسیل بالقوه و بالفعل ارقام در جذب آب که با استفاده از روابط ۱ و ۲ با عنوان محتوای نسبی آب و محتوای آب بافتی گیاهچه‌ها در اینجا ارزیابی شد.

در ارتباط با تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد بر گیاهچه‌های تحت

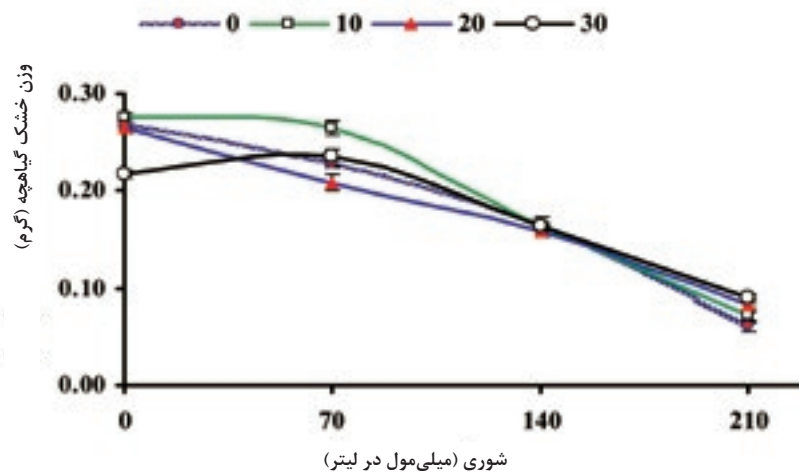
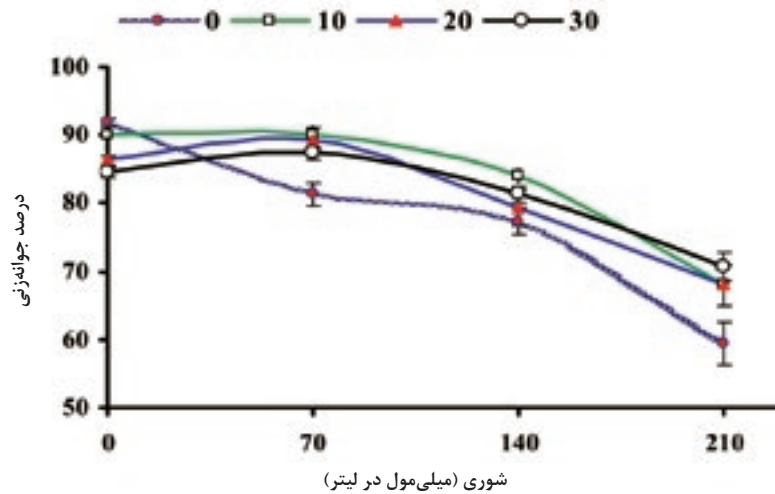


شکل ۳- وضعیت رشد گیاهچه‌های ارقام گاسپارد و آذر ۲ در سطوح مختلف شوری و اسیدآبسیزیک

- 5-Bozcuk, S. 1981; Effect of kinetin and salinity on germination of tomato, barley and cotton seeds. *Ann Bot.* 48:81-84.
- 6-Bucaud, J. and IA, Unger. 1976, Hormonal control of germination under saline conditions of three halophyte taxa in genus *Suaeda*. *Physiol Plant.* 36:197-200.
- 7-Comptom, M.E. 1994, Statistical methods suitable for analysis of plant tissue culture data. *Plant cell, tissue and organ culture.*

منابع مورد استفاده

۱. حکمت شعار، ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان تحت شرایط دشوار. انتشارات نیکنام تبریز.
۲. فتحی، ق و ب، اسماعیل پور. ۱۳۷۹. مواد تنظیم کننده رشد گیاهی (اصول و کاربرد). جهاد دانشگاهی مشهد.
۳. فهیمی، ح. ۱۳۷۶. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی. انتشارات دانشگاه تهران.
۴. قربانی، م. ۱۳۷۰. فیزیولوژی گیاهی: رشد نمو (جلد دوم). مرکز نشر دانشگاهی.



شکل ۴- اثرات کینتین بر جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه‌ها در سطوح مختلف شوری

37:217-242.

8-Davis, B.D. 1984, Regulation of Q-amylase activity in bean stem tissues. *Plant Physiol.* 74: 841-845.

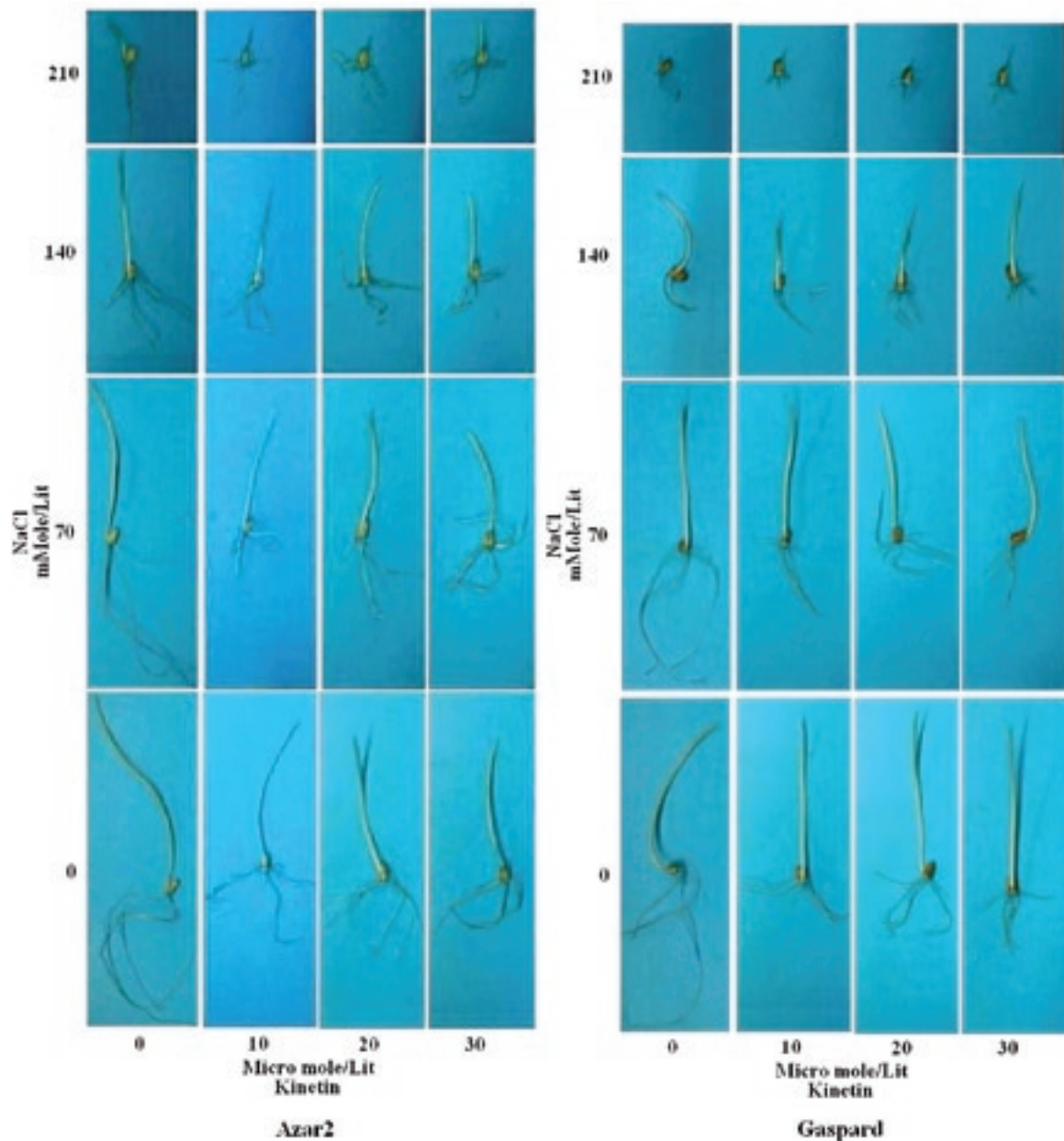
9-Grover, A., A. Kapoor., O. Satya Lakshmi., S. Agarwal., C. Sahi., S. Katiyar-Agarwal., M. Agarwal and H. Dubey. 2001, Understanding molecular alphabets of the plant abiotic stress responses. *Current Science*. Vol. 80, No. 2:206-216.

10-Hare, P. D., W.A. Cress and J. Van Staden. 1997, The involvement of cytokinins in plant responses to environmental stress. *Plant Growth Regulation*. 23: 79-103.

11-Lopez-Carbonell, M., L. Alegre., A. Pastor., E. Prinsen and H. Van Onckelen. 1996, Variation in abscisic acid, Indol-3-acetic acid and zeatin riboside concentration in two mediterranean shrubs subjected to water stress. *Plant Growth Regulation*. 20:271-277.

12-Mizrahi, Y., A. Blumfeld., S. Bittner and A. E. Richmond. 1971, Abscisic acid and cytokinin content of leaves in relation to salinity and relative humidity. *Plant Physiology*. 48:752-755.

13-Morgan, P. W. 1990, Effects of abiotic stresses on plant hormone systems. In: Alscher, R.G and Cumming, J.R. (eds). *Stress responses in plants: Adaptation and acclimation mechanisms*. New



شکل ۵- وضعیت رشد گیاهچه‌های ارقام گاسپارد و آذر ۲ در سطوح مختلف شوری و کینتین

York: Wiley-Liss.

14-Ranjan, R., S. S. Purohit and V. Prasad. 2003, Plant Hormones: Action and Application. Agrobios (India). 243P.

15-Stavir, K., A. K. Gupta and N. Kaure. 1998, Gibberlic Acid and kinetin partially reverse the effect of water stress on germination and seedling growth in chick pea. Plant Growth Regulation. 25: 29-33.

16-Stavir, K., A. K. Gupta and N. Kaure. 1998, Gibberlic A3 reverses the effect of salt stress in chick pea (*Cicer arietinum* L.) seedlings by changing amylase activity and mobilization of

starch in cotyledons. Plant Growth Regulation. 26: 85-90.

17-Tsonev, T.D., G. N. Lazova., Z. G. Stoinova and L. P. Popova. 1998, A possible role for Jasmonic acid in adaptation of barley seedlings to salinity stress. Plant Growth Regulation. 17:153-159.

18-Xiong, L. and J. K. Zhu. 2002, Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. Plant, Cell and Environment.25: 131-139.

19-Xiong, L., K. S. Schumaker and J. K. Zhu.2002, Cell signaling during cold, drought, and salt stress. The Plant Cell. S165-S183.