

## واکنش عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه به کاربرد گلايسين و پتاسيم در شرايط تنش شوري

حميدرضا مهرآبادي<sup>\*</sup>

استاديار بخش تحقيقات زراعي و باغي، مركز تحقيقات كشاورزي و منابع طبيعي استان  
خراسان رضوي، سازمان تحقيقات، آموزش و ترويج كشاورزي، مشهد، ايران  
تاريخ دريافت: ۱۳۹۹/۰۶/۲۳ ؛ تاريخ پذيرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۰

### چکیده

یکی از راهکارهای کاهش اثرات خسارت‌زای تنش شوری استفاده از ترکیباتی است که موجب افزایش جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه در شرایط تنش شوری می‌شوند. در این پژوهش اثر سولفات پتاسیم و گلايسين بر عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه رقم ورامين با استفاده از آزمایش فاکتوریل، در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شرایط غیر شور و شور ایستگاه تحقيقات كشاورزي و منابع طبيعي كاشمر و ایستگاه تحقيقات پسته فیض‌آباد طی دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارها عبارت بودند از: ۱- تیمار شاهد (محلول پاشی آب) ۲- محلول پاشی سولفات پتاسیم (۱ درصد) در دو مرحله ۵۰ درصد گلدهی و ۵۰ درصد غوزه‌بندی ۳- محلول پاشی گلايسين (با غلظت ۱۰۰ میلی مول) در مراحل یاد شده ۴- پرایمینگ بذر با گلايسين ۵- محلول پاشی سولفات پتاسیم همراه با گلايسين در مراحل یاد شده ۶- پرایمینگ بذر با گلايسين همراه با محلول پاشی سولفات پتاسیم ۷- پرایمینگ بذر با گلايسين همراه با محلول پاشی گلايسين ۸- پرایمینگ بذر با گلايسين همراه با محلول پاشی گلايسين و سولفات پتاسيم. در شرایط شور پرایمینگ بذر و محلول پاشی سولفات پتاسيم و گلايسين سبب افزایش معنی‌دار تعداد بوته در واحد سطح شد. نتایج همچنین نشان دادند تیمارهای محلول پاشی و پرایمینگ بذر سبب افزایش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ و کاهش معنی‌دار ریزش گل و غوزه در بوته در مقایسه با شاهد شدند. از این نظر تعداد غوزه در بوته و عملکرد وش بدنال محلول پاشی گلايسين و سولفات پتاسيم افزایش معنی‌داری پیدا کرد. لذا در شرایط تنش شوری تیمار بذر پنبه با گلايسين و محلول پاشی گلايسين و سولفات پتاسيم به ترتیب با غلظت‌های ۱۰۰ میلی‌مولار و یک درصد رشد و عملکرد گیاه را افزایش خواهد داد.

واژه‌های کلیدی: تخفیف تنش، تیمار بذر، ریزش، محلول پاشی.

## مقدمه

شوری خاک یکی از محدودیت‌های اساسی در تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود (مانز و همکاران، ۲۰۰۲). شوری یکی از مهمترین عوامل کاهش عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی می‌باشد. با این وجود بین گیاهان زراعی و حتی بین گونه‌های گیاهی از لحاظ تحمل به شوری تنوع وجود دارد. در بین گیاهان زراعی، پنبه بعد از جو از نظر تحمل به شوری در مقام دوم قرار دارد و آستانه تحمل به شوری آن ۷/۷ دسی زیمنس بر متر بوده که در گروه گونه‌های متحمل به شوری طبقه‌بندی می‌شود. تحقیقات به عمل آمده نشان داده است که تنش‌های غیر زنده نظیر شوری، خشکی، تنش سرمایی، درجه حرارت‌های بالا و غیره طیف وسیعی از واکنش‌ها را در گیاهان بوجود آورده و منجر به تلفات تولید در این محصولات می‌گردند. استفاده از ارقام متحمل به شوری و نیز راهکارهای عملی در رابطه با تخفیف تنش می‌تواند به منظور کاهش اثرات خسارت‌زای تنش مورد استفاده قرار گیرد (کافی و همکاران، ۲۰۰۹). مشخص شده است که ارقام متحمل پنبه بدنبال تنش خشکی و یا شوری، سطح بالاتری از برخی متابولیت‌ها را در مقایسه با ارقام حساس در خود تجمع می‌دهند، که به طور چشمگیر و معنی‌داری با تحمل تنش ارتباط دارد (مهرآبادی، ۲۰۱۴). تا این زمان استفاده از مواد شیمیایی مختلفی که منجر به افزایش سطح تحمل گیاهان به این قبیل تنش‌های محیطی می‌شود، گزارش شده است. یکی از این مواد، گلايسين و گلايسين بتائين است که در سلول‌ها به عنوان یک اسمولایت مهم نقش تعدیل‌کننده‌گی را داشته و سبب کاهش خسارات ناشی از تنش‌هایی چون خشکی، شوری، درجه حرارت و تنش‌های اکسیداتیو می‌شود (رویچودهاری و بانرجی، ۲۰۱۶). تجمع اسمولایت‌های سازگار در سلول، پتانسیل آب را کاهش داده و سبب جذب آب از محیط خارج سلولی می‌شود، از این نظر تحمل گیاه را نسبت به شرایط سخت محیطی چون شوری خاک افزایش می‌دهد (پراساد و پاراداسرادی، ۲۰۰۴). تحقیقات نشان می‌دهد که گلايسين بتائين ممکن است در افزایش تحمل برخی از تنش‌های غیرزیستی مانند شوری، خشکی و درجه حرارت‌های بالا نقش داشته باشد (چاوم و کیردمانی، ۲۰۱۰). تحت شرایط تنش، تجمع گلايسين بتائين داخلی افزایش یافته و مشخص شده است که سطوح افزایش یافته این ماده با افزایش سطح تحمل تنش در ارتباط می‌باشد (پارک و همکاران، ۲۰۰۴).

هر چند پنبه به‌عنوان یک گیاه تجمع‌دهنده گلايسين بتائين شناخته شده است، با این وجود تیمار بذور پنبه با گلايسين بتائين در غلظت‌های پنج و هفت‌ونیم درصد سبب افزایش عملکرد و ش به میزان ۱۸ تا ۲۲ درصد در شرایط آبیاری شد (نایدو و همکاران، ۱۹۹۸). مهرآبادی (۲۰۱۴) در تحقیقی با استفاده از دو رقم حساس و متحمل به خشکی پنبه نشان داد در شرایط تنش خشکی رقم متحمل، سطح بالاتری از گلايسين بتائين را در خود تجمع داد. این نتایج بیانگر ارتباط مثبت بین میزان داخلی

گلاسیسین بتائین با درجه تحمل خشکی در پنبه می‌باشد. بنابر این معرفی ژن‌های سنتز کننده گلاسیسین بتائین برای افزایش سطح تجمع آن در پنبه ممکن است برای بهبود تحمل خشکی این گیاه سودمند باشد. انتقال ژن *beta* از اشرشیا کولی به پنبه، سبب شد تا میزان جوانه‌زنی نسل T1 بذور پنبه در مقایسه با گونه اولیه آن به طور معنی‌داری بالاتر باشد (الوی و همکاران، ۲۰۰۴). گونه‌هایی از پنبه ترانس‌ژنیک با تجمع گلاسیسین بتائین بیشتر، سطح بالاتری از تحمل تنش خشکی را در مقایسه با گونه غیر ترانس‌ژنیک شده نشان دادند (الوی و همکاران، ۲۰۰۷). علاوه بر این مشاهده شده است که گیاهان ترانس‌ژنیک محتوای نسبی آب بالاتر، فتوسنتز بیشتر، تنظیم اسمزی بهتر و درصد نشت الکتروولیت و پراکسیداسیون چربی غشاء کمتری نسبت به گیاهان غیر ترانس‌ژنیک شده داشتند (الوی و همکاران، ۲۰۰۷). کاربرد خارجی گلاسیسین بتائین در برخی از گیاهان تحت تنش سبب بهبود رشد و میزان تولید شده است (چن و همکاران، ۲۰۰۰). نتایج برزعلی و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد محلول‌پاشی گلاسیسین بتائین به میزان سه کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش ملایم خشکی منجر به افزایش عملکرد کل و چین اول پنبه در ارقام مختلف پنبه شد. همچنین نتایج تحقیقات متعددی نشان داده است که گلاسیسین بتائین با تغییر فعالیت فتوسنتزی، موجب کاهش اثرات خسارت‌زای تنش شوری در گیاهانی چون گوجه فرنگی، ذرت، گندم و آفتابگردان که عمدتاً ناشی از محدودیت‌های روزنه‌ای بوده است، گردید (ابراهیم و همکاران، ۲۰۰۶؛ رازا و همکاران، ۲۰۰۶).

علاوه بر این پتاسیم نقش عمده‌ای در تنظیم اسمزی، فتوسنتز، تعرق، باز و بسته شدن روزنه‌ها و سنتز پروتئین‌ها و ... بازی می‌کند (میلفورد و جانستون، ۲۰۰۷). به گزارش منگل و کیرکبای (۲۰۰۱) افزایش محتوای پتاسیم داخلی سبب کاهش میزان تولید گونه‌های فعال اکسیژن<sup>۱</sup> در گیاه می‌شود. اشرف و احمد (۲۰۰۰) گزارش نمودند که ارقام متحمل به شوری پنبه در مقایسه با ارقام حساس، دارای غلظت‌های بالاتری از پتاسیم، کلسیم و نسبت پتاسیم به سدیم می‌باشند. آنها همچنین خاطر نشان کردند که تجمع سدیم در اندام‌های هوایی و ریشه، در هر دو رقم متحمل و حساس گندم به علت تنش شوری افزایش معنی‌داری پیدا کرد، در حالی که تجمع پتاسیم و کلسیم کاهش پیدا نمود. به علاوه، به علت افزایش نسبت پتاسیم به سدیم و همچنین نسبت کلسیم به سدیم پس از محلول‌پاشی گلاسیسین بتائین، تجمع سدیم در هر دو رقم تحت شرایط تنش شوری، کاهش یافت. احمدوند و همکاران (۲۰۱۲) طی تحقیقی خاطر نشان نمودند که هیدروپرایم و نیز پرایمینگ بذر پنبه با نیترات پتاسیم سبب بهبود جوانه‌زنی، سبز گیاهچه، افزایش طول ریشه‌چه، وزن خشک گیاهچه، ارتفاع بوته و سطح برگ در شرایط تنش شوری شد. همچنین پرایمینگ، میانگین زمان جوانه‌زنی و سبز شدن را کاهش داد. بهره‌گیری از روش‌های تخفیف دهنده شدت تنش در گیاه، نقش بارزی در افزایش تولید

## 1. Reactive Oxygen Species

گیاه پنبه خواهد داشت. از این نظر این تحقیق با هدف ارزیابی تاثیر پرایمینگ بذر با گلايسين و نیز محلول‌پاشی گلايسين و سولفات پتاسيم در طول دوره رشد گیاه پنبه به صورت جداگانه و یا توأم با هم، به منظور کاهش تاثیر شوری بر جوانه‌زنی و سبز شدن اولیه پنبه و نیز تخفیف تنش شوری در طول دوره رشد گیاه انجام و اثرات آن از نظر عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

در این پژوهش اثرات گلايسين و کود سولفات پتاسيم در شرایط شور و غیر شور بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه با استفاده از آزمایش فاکتوریل سه فاکتوره و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار طی سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در محل ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کاشمر به عنوان منطقه غیر شور و ایستگاه تحقیقات پسته فیض‌آباد که دارای آب و خاک شور است، مورد ارزیابی قرار گرفت.

خصوصیات آب و خاک محل اجرای آزمایش: نتایج فیزیکی و شیمیایی آب و خاک مزارع غیر شور و شور در سال‌های اول و دوم به تفکیک در جداول ذیل آمده است (گزارش سالانه ایستگاه کاشمر، ۱۳۸۹).

جدول ۱- نتایج آزمایش کیفیت آب آبیاری مزرعه غیر شور (۱۳۹۴)

SAR	آنیون‌های محلول (meq/lit)			کاتیون‌های محلول (meq/lit)			pH	هدایت الکتریکی (dS/m)
	کربنات و بیکربنات	سولفات	کلر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم		
۶/۷	۲/۰	۳/۴	۵/۰	-	۱/۳	۱/۲	۷/۹	۱/۰

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه غیر شور (۱۳۹۴)

عمق لایه (cm)	درصد ذرات خاک			pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	میلی‌گرم در کیلوگرم		
	شن	رس	سیلت			نیترژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب
۰-۳۰	۲۳/۳۰	۲۱/۶۰	۵۵/۱۰	۷/۴	۱/۱	۰/۰۵۶	۲/۸	۲۶۷

جدول ۳- نتایج آزمایش کیفیت آب آبیاری مزرعه شور (۱۳۹۴)

SAR	آنیون‌های محلول (meq/lit)			کاتیون‌های محلول (meq/lit)			pH	هدایت الکتریکی (dS/m)
	کربنات و بیکربنات	سولفات	کلر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم		
۸/۹	۲/۱	۱۹/۵	۲۸	۰/۰۳	۱۲/۹	۱۳/۴	۷/۶	۴/۹۶

جدول ۴- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه شور (۱۳۹۴)

عمق لایه (cm)	درصد ذرات خاک			بافت خاک	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	میلی گرم در کیلوگرم		
	شن	رس	سیلت				نیترژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل
۰-۳۰	۶۶	۱۶	۱۸	لوم شنی	۸/۰۳	۷/۹۲	۰/۰۲۱	۱/۴	۲۱۰

جدول ۵- نتایج آزمایش کیفیت آب آبیاری مزرعه شور (۱۳۹۵)

SAR	کاتیون‌های محلول (meq/lit)					آنیون‌های محلول (meq/lit)			
	کربنات و بی‌کربنات	سولفات	کلر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سدیم	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)
۱۷/۶	۳/۳	-	۹۱/۵	-	۲۵/۶	۱۴/۴	۷۸/۶	۷/۳	۱۲/۳

جدول ۶- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه شور سال ۱۳۹۵

عمق لایه (cm)	درصد ذرات خاک			OC	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	میلی گرم در کیلوگرم		
	شن	رس	سیلت				نیترژن کل	فسفر قابل	پتاسیم قابل
۰-۳۰	۳۵	۱۳	۵۲	۰/۰۹	۸/۰۳	۲۲/۴	۰/۰۱۱	۲/۴	۱۴۰

**عملیات کاشت و داشت:** پس از آماده سازی بستر کاشت در فروردین ماه، بر اساس آزمون خاک (گزارش سالیانه ایستگاه کاشمر، ۱۳۸۹) ۲۵۰ کیلوگرم اوره استفاده شد که یک سوم آن به هنگام کاشت و بقیه آن پس از تنک و نیز به هنگام شروع گلدهی به صورت نواری در اختیار گیاه قرار گرفت. همچنین ۲۵۰ کیلوگرم دی‌آمونیم فسفات به هنگام کاشت به زمین اضافه شد. قبل از کشت بذور با استفاده از سم کاربوکسین تیرام ضد عفونی شدند. پس از آماده سازی زمین و کوددهی، بذور پنبه در کرت‌های پنج ردیفه با فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۷۰ سانتی‌متر بین ردیف به طول ۷ متر در دهه دوم اردیبهشت به صورت دستی کاشت شدند. (البته در مورد تیمار بذر با گلاسیسین، این کار قبل از کاشت انجام شد). در طول دوره داشت، علف‌های هرز به صورت دستی حذف و مبارزه با آفات طی دو مرحله اوایل و اواخر غوزه‌بندی با سم ایمیداکلوپراید (۰/۲۵ لیتر در هکتار) انجام شد. در این پژوهش اثرات عنصر پتاسیم با استفاده از منبع سولفات پتاسیم و همچنین گلاسیسین با استفاده از آزمایش فاکتوریل سه فاکتوره و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در دو محل مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کاشمر (غیر شور) و دو سایت از ایستگاه تحقیقات فیض‌آباد با شوری خاک متفاوت: شوری برابر ۴/۹۶ دسی زیمنس بر متر در سال نخست اجرای طرح و با شوری برابر ۱۲/۳ دسی زیمنس بر متر در سال دوم اجرای طرح در مورد ارزیابی قرار گرفت (جداول ۳ و ۵).

نتایج تجزیه خاک و آب محل اجرای طرح (ایستگاه فیض آباد) نشان داد میزان پتاسیم خاک در حد ۲۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد (جداول ۴ و ۶). با توجه به این که حد بحرانی پتاسیم در خاک شور ۳۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک برای گیاه پنبه تعیین شده است (کشاورز، ۲۰۰۴)، لذا گیاه در این مناطق عملاً با کمبود این عنصر پر مصرف مواجه می‌باشد.

فاکتورهای مورد بررسی در این پروژه عبارت بودند از:

۱- پرایمینگ بذر با استفاده از گلايسين (۱۰۰mM) در دو سطح (عدم پرایمینگ بذر=PG<sub>0</sub> و پرایمینگ بذر=PG<sub>1</sub>)

۲- محلول‌پاشی گلايسين (۱۰۰mM) در دو سطح (عدم محلول‌پاشی=G<sub>0</sub> و محلول‌پاشی=G<sub>1</sub>)

۳- محلول‌پاشی سولفات پتاسیم ۱ درصد در دو سطح (عدم محلول‌پاشی=K<sub>0</sub> و محلول‌پاشی=K<sub>1</sub>)  
توضیح: برای رعایت اختصار در کل متن تیمار شاهد با (C)، پرایمینگ بذر با (PG)، محلول‌پاشی گلايسين و سولفات پتاسیم به ترتیب با (G) و (K) نشان داده شده‌اند. لذا بر اساس فاکتورهای عنوان شده هشت تیمار در این تحقیق به شرح ذیل مورد بررسی قرار گرفتند:

۱- تیمار شاهد: استفاده از بذر پرایم نشده و عدم محلول‌پاشی با گلايسين و سولفات پتاسیم (C)

۲- محلول‌پاشی گلايسين با غلظت ۱۰۰ میلی مول در مراحل یاد شده (G)

۳- محلول‌پاشی سولفات پتاسیم ۱ درصد در دو مرحله ۵۰ درصد گلدهی و ۵۰ درصد غوزه‌بندی (K)

۴- پرایمینگ بذر با گلايسين با غلظت ۱۰۰ میلی مول (PG)

۵- محلول‌پاشی سولفات پتاسیم ۱ درصد همراه با گلايسين با غلظت ۱۰۰ میلی مول در مراحل یاد شده (K+G)

۶- پرایمینگ بذر با گلايسين با غلظت ۱۰۰ میلی مول همراه با محلول‌پاشی سولفات پتاسیم ۱ درصد (PG+K)

۷- پرایمینگ بذر با گلايسين با غلظت ۱۰۰ میلی مول همراه با محلول‌پاشی گلايسين با غلظت ۱۰۰ میلی مول (PG+G)

۸- پرایمینگ بذر با گلايسين با غلظت ۱۰۰ میلی مول همراه با محلول‌پاشی گلايسين با غلظت ۱۰۰ میلی مول و محلول‌پاشی سولفات پتاسیم ۱ درصد (PG+K+G)

محلول‌پاشی در اولین ساعات از صبح به منظور جلوگیری از تبخیر سریع محلول و جذب بهتر آن صورت گرفت. درصد زودرسی از حاصل تقسیم وزن وش چین اول به وزن وش کل ضرب در ۱۰۰ بدست آمد. صفات مورد ارزیابی عبارت بودند از: ارتفاع بوته، تعداد بوته در واحد سطح (در این ارتباط در تمامی کرت‌های آزمایشی به طور یکسان در هر چال ۴ عدد بذر کاشت شده و واکاری نگردید، لذا تعداد بوته‌های استقرار یافته در کرت، ۲ ماه پس از کاشت تعیین و ثبت شد)، تعداد غوزه در بوته، درصد ریزش گل و غوزه در بوته (تعداد پنج گیاه به طور تصادفی انتخاب و صفات مورد اشاره تعیین

شدند)، محتوای نسبی آب برگ<sup>۱</sup> (LRWC)، متوسط وزن وش غوزه (از انتخاب تصادفی ۲۰ غوزه از قسمت‌های مختلف گیاه پنبه) استفاده شد. برای تعیین محتوای نسبی آب برگ، از جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته در قسمت فوقانی گیاه نمونه‌برداری شد. برای این کار تعداد دو عدد دیسک برگ با سطح ۳ سانتی‌متر مربع از برگ تهیه و بلافاصله وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. سپس دیسک‌های برگ به درون لوله‌های آزمایش محتوی آب مقطر انتقال یافته و به مدت ۲۴ ساعت جهت آبیگری کامل در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از ۲۴ ساعت برگ‌های فوق دوباره وزن شده و وزن برگ‌های اشباع شده اندازه‌گیری شدند. برگ‌های فوق سپس در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیده و دوباره وزن شده و بدین ترتیب وزن خشک برگ‌ها محاسبه گردید. سپس با استفاده از معادله زیر محتوای نسبی آب برگ محاسبه شد:

$$100 \times \left[ \frac{\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن برگ}}{\text{وزن برگ}} \right] = \text{محتوای نسبی آب برگ (درصد)}$$

برای تعیین عملکرد وش در پایان فصل، برداشت از ۳ خط وسط و پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت انجام شد. آنالیز واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد و برای رسم گرافها از نرم افزار Excel استفاده به عمل آمد. مقایسه بین میانگین تیمارها با استفاده از آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد انجام گرفت. علاوه بر این به منظور آزمون فرض تجانس واریانس تیمارها در سالهای انجام پژوهش از آزمون بارتلت (Bartlett) استفاده شد. در این ارتباط تنها داده‌های مربوط به سال نخست اجرا (۱۳۹۴) در شرایط شور و غیر شور مجاز به ادغام بوده و مورد تجزیه مرکب قرار گرفتند.

## نتایج و بحث

**تعداد بوته در کرت:** در شرایط غیر شور، تنها تیمار (PG) سبب افزایش معنی‌دار تعداد بوته در کرت شد (جدول ۷). درصد سبز و استقرار بوته (۴۸ بوته در کرت) در سال نخست و در شرایط شور به طور معنی‌داری (۴۱ درصد) در مقایسه با شرایط غیر شور کاهش پیدا کرد (جدول ۸). علاوه بر این نتایج نشان داد تیمار پرایمینگ بذر تاثیر بالاتری بر تعداد بوته در کرت در مقایسه با پتاسیم داشت. بیشترین میزان افزایش (۳۶/۱ درصد) متعلق به تیمار (PG+K+G) در مقایسه با تیمار شاهد بود (جدول ۸). نتایج بدست آمده از سال دوم سایت شور نشان داد میزان استقرار بوته در شرایط تنش شوری کاهش معنی‌داری ( $p \leq 0.01$ ) پیدا کرد (جدول ۱۰). کمترین و بیشترین افزایش تعداد بوته‌های استقرار یافته در کرت در سال دوم متعلق به تیمارهای (K) و (PG+K+G) و به ترتیب با ۶/۶ و ۳۶/۹ درصد در مقایسه با شاهد در شرایط تنش شوری بود. نتایج تجزیه مرکب سال نخست نشان داد تفاوت معنی‌داری بین شرایط غیر شور و شور در رابطه با تعداد بوته در کرت وجود دارد (جدول ۱۱). میانگین

تعداد بوته در کرت، در شرایط غیر شور و شور به ترتیب برابر ۸۱/۳ و ۴۸ بوته بود. از این نظر شوری خاک و آب تاثیر معنی‌داری بر تعداد نهایی بوته در کرت باقی گذاشت. بطور کلی تیمار پرایمینگ بذر تاثیر زیادی بر تعداد بوته‌های استقرار یافته بویژه در شرایط شور داشت و موجب شد تا تعداد نهایی بوته در کرت بیشتر (۸/۹ درصد) شود. کمترین و بالاترین تاثیر بر این صفت به ترتیب متعلق به تیمارهای محلول‌پاشی پتاسیم (با ۱/۷ درصد افزایش) و تیمار محلول‌پاشی گلايسين و پتاسيم همراه با بذر پرایم شده (با ۱۶/۶ درصد افزایش) بود (جدول ۱۲). نتایج نشان دادند تیمارهای اعمال شده (بجز تیمار شاهد) سبب افزایش بیشتر تعداد بوته در کرت در شرایط تنش شوری (۱۸/۱ درصد) در مقایسه با شرایط غیر شور (۳/۶ درصد) شدند.

جدول ۷- منابع تغییر و میانگین مربعات اجزاء عملکرد و عملکرد پنبه (مزرعه غیر شور ۱۳۹۴)

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد بوته در کرت	محتوای نسبی آب برگ	تعداد غوزه در بوته	درصد ریزش غوزه در بوته	عملکرد وش
تکرار	۳	۷/۶۱۵ <sup>n.s</sup>	۹/۱۱۵ <sup>n.s</sup>	۰/۸۳۹ <sup>n.s</sup>	۲۵/۰۱۰ <sup>n.s</sup>	۸۵۱۰/۲۵ <sup>n.s</sup>
پرایمینگ بذر (PG)	۱	۹۴/۵۳۱ <sup>**</sup>	۱۵۷/۵۳۱ <sup>**</sup>	۷/۹۰۰ <sup>**</sup>	۷/۳۱۵ <sup>n.s</sup>	۱۵۲۰۷۶/۱۲۵ <sup>**</sup>
محلول‌پاشی گلايسين (G)	۱	۱/۵۳۱ <sup>n.s</sup>	۷۵/۰۳۱ <sup>**</sup>	۴۵/۳۶۳ <sup>**</sup>	۲۹/۴۵۳ <sup>n.s</sup>	۷۱۴۰۱۲/۵۰۰ <sup>**</sup>
PG×G	۱	۱/۵۳۱ <sup>n.s</sup>	۲/۵۳۱ <sup>n.s</sup>	۰/۱۶۵ <sup>n.s</sup>	۱۱/۱۶۳ <sup>n.s</sup>	۳۹۱۶/۱۲۵ <sup>n.s</sup>
محلول‌پاشی پتاسيم (K)	۱	۱۹/۵۳۱ <sup>n.s</sup>	۱۹۵/۰۳۱ <sup>n.s</sup>	۶۰/۷۵۵ <sup>n.s</sup>	۱۲/۳۷۵ <sup>n.s</sup>	۳۳۹۴۸۸/۰۰۰ <sup>**</sup>
PG×K	۱	۰/۷۸۱ <sup>n.s</sup>	۳/۷۸۱ <sup>n.s</sup>	۱/۳۲ <sup>n.s</sup>	۳۸/۹۴۰ <sup>n.s</sup>	۱۳۵۳۰/۱۲۵ <sup>n.s</sup>
G×K	۱	۳/۷۸۱ <sup>n.s</sup>	۱/۵۳۱ <sup>n.s</sup>	۷/۵۰۸ <sup>**</sup>	۶۰/۲۲۵ <sup>n.s</sup>	۲۱۲۱۸/۰۰۰ <sup>n.s</sup>
PG×G×K	۱	۱/۵۳۱ <sup>n.s</sup>	۱۱/۲۸۱ <sup>n.s</sup>	۵/۶۹۵ <sup>**</sup>	۱۱/۶۴۰ <sup>n.s</sup>	۳۰۸۱/۱۲۵ <sup>n.s</sup>
خطا	۲۱	۹/۹۲۴	۴/۳۷۶	۰/۶۳۱	۲۱/۵۹۷	۹۸۵۱/۶۵۵
ضریب تغییرات (درصد)	۳/۹	۲/۴	۵/۳	۶/۵	۲/۲	

جدول ۸- مقایسه میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد و محتوای نسبی آب برگ پنبه در شرایط شور و غیر شور

تیمار	تعداد بوته در کرت			محتوای نسبی آب برگ (درصد)			تعداد غوزه در بوته		
	شور ۱ سال	شور ۲ سال	غیر شور	شور ۱ سال	شور ۲ سال	غیر شور	شور ۱ سال	شور ۲ سال	غیر شور
C	۴۲/۳	۴۲/۳	۷۸/۸	۸۳/۳	۷۱/۸	۶۸/۳	۱۳/۹	۱۰/۷	۷/۶
K	۴۳/۳	۴۵/۱	۷۹/۵	۸۶/۸	۷۹/۸	۷۶/۳	۱۵/۹	۱۲/۷	۹/۲
G	۴۵/۳	۴۷/۲	۷۸/۵	۸۵/۰	۷۷/۵	۷۳/۳	۱۵/۰	۱۳/۲	۱۰/۳
K+G	۴۸/۰	۵۵/۲	۸۱/۵	۹۰/۰	۸۲/۳	۷۷/۵	۱۶/۳	۱۳/۷	۱۰/۰
PG	۴۹/۳	۵۱/۶	۸۲/۵	۸۵/۳	۷۵/۰	۷۰/۳	۱۴/۹	۱۴/۳	۱۰/۵
PG+K	۴۹/۸	۵۳/۴	۸۳/۵	۹۲/۵	۸۴/۳	۸۱/۳	۱۵/۵	۱۳/۸	۱۰/۸
PG+G	۵۳/۸	۵۴/۸	۸۲/۳	۹۰/۵	۸۱/۰	۸۱/۰	۱۵/۷	۱۳/۷	۱۱/۵
PG+K+G	۵۶/۸	۵۷/۹	۸۳/۸	۹۴/۵	۸۶/۵	۸۴/۰	۱۷/۹	۱۴/۰	۱۲/۴
LSD <sub>0.05</sub>	۳/۰	۳/۰	۴/۶	۳/۱	۴/۱	۳/۶	۱/۲	۰/۸	۱/۳



ادامه جدول ۸- مقایسه میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد و محتوای نسبی آب برگ پنبه در شرایط شور و غیر شور

تیمار	درصد ریزش غوزه در بوته			عملکرد وش (کیلوگرم در هکتار)		
	غیر شور	شور سال ۱	شور سال ۲	غیر شور	شور سال ۱	شور سال ۲
C	۷۶/۹	۸۵/۴	۸۲/۲	۴۲۵۳/۰	۳۲۰۶/۸	۲۹۱۰/۲
K	۶۹/۵	۸۲/۹	۷۸/۱	۴۴۴۹/۸	۳۴۵۰/۰	۳۱۷۸/۹
G	۶۹/۹	۷۷/۴	۷۲/۶	۴۵۶۱/۵	۳۶۶۱/۶	۳۲۵۰/۴
K+G	۷۰/۴	۷۶/۱	۷۰/۹	۴۶۹۴/۵	۳۷۷۱/۵	۳۳۹۵/۶
PG	۷۱/۴	۷۶/۴	۷۱/۶	۴۳۰۸/۰	۳۴۰۷/۹	۳۱۸۶/۹
PG+K	۷۰/۸	۷۵/۴	۷۰/۹	۴۶۲۶/۳	۳۵۷۳/۹	۳۳۱۳/۳
PG+G	۶۹/۱	۷۲/۶	۶۷/۹	۴۷۰۰/۰	۳۷۵۰/۱	۳۵۶۷/۳
PG+K+G	۷۱/۶	۷۰/۰	۶۵/۸	۴۸۷۶/۰	۳۹۵۱/۰	۳۶۵۵/۳
LSD <sub>0.05</sub>	۶/۸	۴/۶	۵/۳	۱۴۶/۰	۱۴۰/۲	۱۱۳/۹

جدول ۹- منابع تغییر و میانگین مربعات اجزاء عملکرد و عملکرد پنبه ( مزرعه شور ۱۳۹۴)

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد بوته در کرت	محتوای نسبی آب برگ	تعداد غوزه در بوته	درصد ریزش غوزه در بوته	عملکرد وش
تکرار	۳	۲۸/۹۴۸ <sup>n.s</sup>	۱۰/۰۸۳ <sup>n.s</sup>	۰/۶۳۸ <sup>n.s</sup>	۹/۸۵۹ <sup>n.s</sup>	۴۵۵۲/۸۵۲ <sup>n.s</sup>
پرایمینگ بذر (PG)	۱	۴۷۲/۷۸۱ <sup>**</sup>	۱۲۰/۱۲۵ <sup>**</sup>	۱۴/۷۱۵ <sup>**</sup>	۳۷۵/۳۸۰ <sup>**</sup>	۱۷۵۸۸۳/۸۲۷ <sup>**</sup>
محلول پاشی گلاسیسین (G)	۱	۱۹۵/۰۳۱ <sup>**</sup>	۱۳۶/۱۲۵ <sup>**</sup>	۴/۸۸۳ <sup>**</sup>	۲۸۹/۲۰۱ <sup>**</sup>	۱۱۱۸۴۰۹/۷۳۵ <sup>**</sup>
PG×G	۱	۵/۲۸۱ <sup>n.s</sup>	۰/۰۰۱ <sup>n.s</sup>	۷/۳۱۵ <sup>**</sup>	۱۵/۱۲۵ <sup>n.s</sup>	۱۶۲۷/۳۵۱ <sup>n.s</sup>
محلول پاشی پتاسیم (K)	۱	۳۰/۰۳۱ <sup>*</sup>	۳۷۸/۱۲۵ <sup>**</sup>	۲/۸۲۰ <sup>**</sup>	۲۷/۳۸۰ <sup>n.s</sup>	۲۵۹۲۲۷۲/۰۳۱ <sup>**</sup>
PG×K	۱	۰/۰۳۱ <sup>n.s</sup>	۲/۰۰۰ <sup>n.s</sup>	۳/۵۷۸ <sup>**</sup>	۰/۰۳۱ <sup>n.s</sup>	۹۵/۹۱۰ <sup>n.s</sup>
G×K	۱	۹/۰۳۱ <sup>n.s</sup>	۲۴/۵۰۰ <sup>n.s</sup>	۰/۱۶۵ <sup>n.s</sup>	۰/۰۸۰ <sup>n.s</sup>	۴۸۲۶/۵۲۵ <sup>n.s</sup>
PG×G×K	۱	۱/۵۳۱ <sup>n.s</sup>	۰/۱۲۵ <sup>n.s</sup>	۲/۵۸۸ <sup>**</sup>	۴/۳۵۱ <sup>n.s</sup>	۱۴۱۲۸/۸۱۱ <sup>n.s</sup>
خطا	۲۱	۴/۱۱۵	۷/۱۶۵۵	۰/۲۵۸	۹/۸۴۵	۹۰۸۳/۸۲۲
ضریب تغییرات (درصد)	۴/۲	۲/۴	۵/۳	۴/۱	۲/۲	

جدول ۱۰- منابع تغییر و میانگین مربعات اجزاء عملکرد و عملکرد پنبه ( مزرعه شور ۱۳۹۵)

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد بوته در کرت	محتوای نسبی آب برگ	تعداد غوزه در بوته	درصد ریزش غوزه در بوته	عملکرد وش
تکرار	۳	۲/۲۵۰ <sup>n.s</sup>	۱/۸۷۵ <sup>n.s</sup>	۰/۲۰۹ <sup>n.s</sup>	۱۴/۹۵۱ <sup>n.s</sup>	۱۰۴۴۱/۸۲۷ <sup>n.s</sup>
پرایمینگ بذر (PG)	۱	۳۳۸/۰۰۰ <sup>**</sup>	۲۲۰/۵۰۰ <sup>**</sup>	۳۳/۲۱۱ <sup>**</sup>	۳۸۰/۸۸۰ <sup>**</sup>	۴۸۷۹۹۷/۷۷۰ <sup>**</sup>
محلول پاشی گلاسیسین (G)	۱	۲۴۲/۰۰۰ <sup>**</sup>	۱۹۰/۱۲۵ <sup>**</sup>	۱۸/۳۰۱ <sup>**</sup>	۳۳/۲۴۶ <sup>**</sup>	۸۱۸۷۲۰/۱۴۸ <sup>**</sup>
PG×G	۱	۳۲/۰۰۰ <sup>*</sup>	۲۴/۵۰۰ <sup>n.s</sup>	۰/۴۵۱ <sup>n.s</sup>	۳۱/۶۰۱ <sup>n.s</sup>	۱۳۷۴۰/۶۶۹ <sup>n.s</sup>
محلول پاشی پتاسیم (K)	۱	۱۲۸/۰۰۰ <sup>**</sup>	۳۵۱/۱۲۵ <sup>**</sup>	۳/۰۰۱ <sup>n.s</sup>	۳۶/۵۵۱ <sup>n.s</sup>	۱۹۷۵۵۳/۲۷۳ <sup>**</sup>
PG×K	۱	۱۸/۰۰۰ <sup>n.s</sup>	۲/۰۰۰ <sup>n.s</sup>	۰/۰۰۱ <sup>n.s</sup>	۴/۵۰۰ <sup>n.s</sup>	۱۹۸۳۵/۳۳۸ <sup>n.s</sup>
G×K	۱	۱۸/۰۰۰ <sup>n.s</sup>	۶۶/۱۲۵ <sup>**</sup>	۰/۷۸۱ <sup>n.s</sup>	۰/۵۰۰ <sup>n.s</sup>	۱۳۰۵۳/۲۲۳ <sup>n.s</sup>
PG×G×K	۱	۸/۰۰۰ <sup>n.s</sup>	۸/۰۰۰ <sup>n.s</sup>	۳/۲۵۱ <sup>n.s</sup>	۷/۸۰۱ <sup>n.s</sup>	۳۶۴۴/۴۵۱ <sup>n.s</sup>
خطا	۲۱	۴/۲۵۰	۶/۰۸۹	۰/۸۰۴	۱۲/۹۲۳	۵۹۹۹/۰۶۱
ضریب تغییرات (درصد)	۴/۱	۳/۲	۸/۷	۵/۰	۲/۳	

جدول ۱۱- منابع تغییر و میانگین مربعات اجزاء عملکرد و عملکرد پنبه در شرایط شور و غیر شور سال ۱۳۹۴ (تجزیه مرکب)

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد بوته در کرت	محتوای نسبی آب برگ	تعداد غوزه در بوته	درصد ریزش غوزه در بوته	عملکرد وش
محل * تکرار	۶	۱۸/۲۸۱*	۹/۵۹۹ <sup>n.s</sup>	۰/۷۳۸ <sup>n.s</sup>	۱۷/۴۳۵ <sup>n.s</sup>	۶۵۳۱/۵۵۱ <sup>n.s</sup>
پرایمینگ بذر (PG)	۱	۴۹۵/۰۶۳**	۲۷۶/۳۹۱**	۲۲/۰۹۰**	۲۴۳/۷۵۰**	۳۲۷۵۲۷/۳۱۱**
L×PG	۱	۷۲/۲۵۰**	۱/۲۶۶ <sup>n.s</sup>	۰/۵۲۶ <sup>n.s</sup>	۱۳۸/۹۴۵**	۴۳۲/۶۴۱ <sup>n.s</sup>
محلول پاشی گلیسین (G)	۱	۱۱۵/۵۶۳**	۲۰۶/۶۴۱**	۴۰/۰۰۶**	۲۵۱/۶۱۹**	۱۸۰۹۸۳۲/۱۳۹**
L×G	۱	۸۱/۰۰۰**	۴/۵۱۶ <sup>n.s</sup>	۱۰/۲۴۰**	۶۷/۰۳۵*	۲۲۵۹۰/۰۹۶ <sup>n.s</sup>
PG×G	۱	۰/۵۶۳ <sup>n.s</sup>	۱/۲۶۶ <sup>n.s</sup>	۲/۴۴۱*	۲۶/۱۳۸ <sup>n.s</sup>	۲۴۷/۲۷۶ <sup>n.s</sup>
L×PG×G	۱	۶/۲۵۰ <sup>n.s</sup>	۱/۲۶۶ <sup>n.s</sup>	۴/۸۴۰**	۰/۱۵۰ <sup>n.s</sup>	۵۲۹۶/۲۰۰ <sup>n.s</sup>
محلول پاشی پتاسیم (K)	۱	۴۹/۰۰۰*	۵۵۸/۱۴۱**	۴۴/۸۹۰**	۳۸/۲۸۵ <sup>n.s</sup>	۵۹۶۰۶۱/۲۳۱**
L×K	۱	۰/۵۶۳ <sup>n.s</sup>	۱۵/۰۱۶ <sup>n.s</sup>	۱۸/۷۰۶**	۱/۴۷۰ <sup>n.s</sup>	۲۶۹۸/۸۰۱ <sup>n.s</sup>
PG×K	۱	۰/۲۵۰ <sup>n.s</sup>	۵/۶۴۱ <sup>n.s</sup>	۴/۶۲۳**	۲۰/۵۸۹ <sup>n.s</sup>	۷۹۵۲/۱۷۳ <sup>n.s</sup>
L×PG×K	۱	۰/۵۶۳ <sup>n.s</sup>	۰/۱۴۱ <sup>n.s</sup>	۰/۲۷۶ <sup>n.s</sup>	۱۸/۳۸۳ <sup>n.s</sup>	۵۶۷۳/۸۶۲ <sup>n.s</sup>
G×K	۱	۱۲/۲۵۰ <sup>n.s</sup>	۱۹/۱۴۱ <sup>n.s</sup>	۴/۹۵۱**	۲۷/۹۵۸ <sup>n.s</sup>	۲۳۱۴۲/۰۰۶ <sup>n.s</sup>
L×G×K	۱	۰/۵۶۳ <sup>n.s</sup>	۶/۸۹۱ <sup>n.s</sup>	۲/۷۲۲*	۳۲/۳۴۸ <sup>n.s</sup>	۲۹۰۲/۵۱۹ <sup>n.s</sup>
PG×G×K	۱	۰/۰۰۱ <sup>n.s</sup>	۶/۸۹۱ <sup>n.s</sup>	۷/۹۸۱**	۱۵/۱۱۳ <sup>n.s</sup>	۲۰۰۷/۰۴۲ <sup>n.s</sup>
L×PG×G×K	۱	۳/۰۶۳ <sup>n.s</sup>	۴/۵۱۶ <sup>n.s</sup>	۰/۳۰۳ <sup>n.s</sup>	۰/۸۷۹ <sup>n.s</sup>	۱۵۲۰۲/۸۹۵ <sup>n.s</sup>
خطا	۴۲	۷/۰۱۹	۶/۰۱۶	۰/۴۴۴	۱۵/۷۲۱	۹۴۶۷/۷۳۸
ضریب تغییرات (درصد)	۴/۰	۴/۰	۳/۰	۵/۰	۵/۴	۲/۴

جدول ۱۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد و محتوای نسبی آب برگ پنبه در شرایط شور و غیر شور سال ۱۳۹۴ (تجزیه مرکب)

تیمار	تعداد بوته در کرت	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	تعداد غوزه در بوته	درصد ریزش غوزه در بوته	عملکرد وش (کیلوگرم در هکتار)
C	۶۰/۱	۷۷/۵	۱۰/۸	۸۱/۲	۳۷۲۹/۹
K	۶۱/۱	۸۳/۳	۱۴/۳	۷۶/۲	۳۹۴۹/۹
G	۶۱/۸	۸۱/۳	۱۴/۱	۷۳/۶	۴۱۱۱/۵
K+G	۶۴/۵	۸۶/۱	۱۵/۰	۷۳/۲	۴۲۳۳/۰
PG	۶۵/۶	۸۰/۱	۱۳/۲	۷۳/۹	۳۸۵۸/۰
PG+K	۶۶/۴	۸۸/۴	۱۴/۶	۷۳/۱	۴۱۰۰/۱
PG+G	۶۷/۶	۸۵/۸	۱۴/۷	۷۰/۸	۴۲۲۵/۰
PG+K+G	۷۰/۱	۹۰/۵	۱۵/۹	۷۰/۸	۴۴۱۳/۵
LSD <sub>0.05</sub>	۲/۷	۲/۵	۰/۷	۴/۰	۹۸/۲

**محتوای نسبی آب برگ:** نتایج نشان داد اثرات ساده پرایمینگ بذر، محلولپاشی گلاسیسین و محلول-پاشی سولفات پتاسیم بر افزایش محتوای نسبی آب برگ بویژه در شرایط شوری آب و خاک از نظر آماری معنی‌دار بودند (جدول ۷، ۹ و ۱۰). در شرایط شور و غیر شور نتایج نشان داد اعمال تیمارهای پرایمینگ بذر، محلولپاشی گلاسیسین با غلظت ۱۰۰ میلی مول و یا محلولپاشی سولفات پتاسیم با غلظت ۱ درصد به طور متوسط سبب افزایش این صفت به میزان ۵ تا ۱۰ درصد شد (جدول ۸). نتایج تجزیه مرکب نیز حاکی از افزایش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ (جدول ۱۱) به دنبال اعمال تیمارهای آزمایش بود. بیشترین میزان افزایش در محتوای نسبی آب برگ پنبه متعلق به تیمار (PG+G+K) با ۱۶/۸ درصد در مقایسه با تیمار شاهد بود. بر اساس نتایج، تاثیر محلولپاشی سولفات پتاسیم ۱ درصد بیشتر از محلولپاشی گلاسیسین در رابطه با محتوای نسبی آب برگ بود (جدول ۱۱).

**تعداد غوزه در بوته:** بر اساس نتایج تاثیر پرایمینگ بذر (PG) بر تعداد غوزه در بوته معنی‌دار بوده (جدول ۷، ۹، ۱۰) و در شرایط غیر شور سبب افزایش ۷/۲ درصدی این صفت شد (جدول ۸). میزان افزایش تعداد غوزه در بوته به دنبال پرایمینگ بذر با استفاده از گلاسیسین (PG) در شرایط تنش شوری بیشتر بود، به طوری که در شرایط شور سال‌های اول و دوم، پرایمینگ بذر سبب افزایش ۳۳/۶ و ۳۸/۲ درصدی این صفت گردید (جدول ۸). همچنین در هر دو شرایط غیر شور و شور محلولپاشی گیاه با گلاسیسین (PG) در مقایسه با محلولپاشی با پتاسیم (G) تاثیر بیشتری بر افزایش تعداد غوزه در گیاه باقی گذارد (۲۲/۳ درصد در مقایسه با ۱۸/۰ درصد). بیشترین میزان افزایش (۴۰/۹) در تعداد غوزه در بوته (میانگین سه سایت شور و غیر شور) به دنبال اعمال تیمار (PG+G+K) مشاهده شد (جدول ۸). نتایج تجزیه مرکب داده‌های سال نخست حاکی از تاثیر معنی‌دار شرایط محیطی (شوری آب و خاک) بر تعداد غوزه در بوته بود (جدول ۱۱). علاوه بر این نتایج بدست آمده نشان داد تاثیر محلولپاشی گلاسیسین بر افزایش تعداد غوزه در بوته (۳۰/۶ درصد) بیشتر از پرایمینگ بذر با گلاسیسین (۲۲/۲ درصد) می‌باشد. همچنین تیمار (PG+G+K) بیشترین بهبود (۴۷/۲ درصد) را در این صفت بوجود آورد (جدول ۱۲).

**درصد ریزش گل و غوزه در بوته:** بر اساس نتایج، هیچ یک از اثرات تیمارهای اعمال شده در این پژوهش بر صفت درصد ریزش گل و غوزه در شرایط غیر شور معنی‌دار نبود (جدول ۷). در حالی که در شرایط تنش شوری، پرایمینگ بذر در هر دو سال اجرا سبب کاهش معنی‌دار ( $p \leq 0.01$ ) ریزش اندام‌های بارور در گیاه پنبه شد (جدول ۸ و ۹). میزان کاهش گل و غوزه در سال اول و دوم در مقایسه با شاهد به ترتیب ۹/۳ و ۱۰ درصد بود. محلولپاشی با گلاسیسین نیز در هر دو سال در شرایط شور منجر به کاهش معنی‌دار گل و غوزه در سال‌های اول و دوم اجرای آزمایش به ترتیب به میزان ۸/۱ و ۹/۲ درصد در مقایسه با شاهد شد.

بر اساس نتایج تجزیه مرکب، تفاوت دو محل اجرا در رابطه با درصد ریزش گل و غوزه معنی‌دار بود (جدول ۱۰). میزان ریزش گل و غوزه در شرایط تنش شوری (۷۷ درصد) ۸/۲ درصد بیشتر از شرایط غیر شور (۷۱/۲ درصد) بود. علاوه بر این نتایج تجزیه مرکب نشان داد پرایمینگ بذر سبب کاهش معنی‌دار ریزش اندام‌های بارور پنبه به میزان ۵/۴ درصد شد. نتایج نشان داد پرایمینگ بذر بویژه در شرایط شور تاثیر بیشتری بر کاهش ریزش گل و غوزه (۸/۱ درصد کاهش ریزش) در مقایسه با شرایط غیر شور (۱/۴ درصد کاهش ریزش) دارد (جداول ۱۱ و ۱۲). میزان ریزش گل و غوزه در تیمار استفاده از بذر بدون پرایم در شرایط غیر شور و شور به ترتیب ۷۱/۷ و ۸۰/۴ درصد بود. در حالی که میزان ریزش گل و غوزه در تیمار پرایمینگ بذر در شرایط مشابه مذکور به ترتیب ۷۰/۷ و ۷۳/۶ درصد بود. محلول‌پاشی گلیسین نیز منجر به کاهش معنی‌دار ریزش گل و غوزه در بوته شد (جدول ۱۰). میزان ریزش در شرایط عدم محلول‌پاشی ۷۶/۱ و در شرایط محلول‌پاشی گلیسین ۷۲/۱ درصد بود. میزان ریزش گل و غوزه در تیمار محلول‌پاشی شده با گلیسین در شرایط غیر شور و شور به ترتیب ۷۲/۱ و ۸۰ درصد بود. در حالی که میزان ریزش گل و غوزه در تیمار پرایمینگ بذر در شرایط مشابه مذکور به ترتیب ۷۰/۲ و ۷۴ درصد بود.

**عملکرد وش:** بر اساس نتایج تیمارهای (PG)، (k) و (G) تاثیر معنی‌داری بر میزان عملکرد در هر دو شرایط غیر تنش و تنش شوری داشت (جداول ۷، ۹، ۱۰). میانگین عملکرد در شرایط غیر شور و شور به ترتیب برابر ۴۵۵۸/۶ و ۳۵۹۶/۶ کیلوگرم در هکتار بود. به عبارتی تنش شوری سبب کاهش عملکرد وش به میزان ۲۱/۱ درصد در مقایسه با شرایط غیر شور شد. میزان تاثیر تیمارهای یاد شده در شرایط تنش شوری بیشتر از شرایط غیر شور بود. به طوری که تیمارهای (PG)، (k) و (G) در شرایط غیر شور سبب افزایش عملکرد به ترتیب به میزان ۴/۳، ۶/۱ و ۷/۳ درصد شدند، حال اینکه در شرایط شور سال نخست این مقادیر به ترتیب ۶/۳، ۷/۶ و ۱۴/۲ درصد و در شرایط شور سال دوم اجرا برابر ۹/۵، ۹/۲ و ۱۱/۷ درصد بودند (جدول ۸). نتایج بیانگر تاثیر بالاتر محلول‌پاشی گلیسین در مقایسه با محلول‌پاشی پتاسیم بود. بالاترین میزان افزایش عملکرد در هر دو سال و در شرایط تنش و غیر تنش از اعمال تیمار (PG+G+K) بدست آمد (جدول ۸). نتایج تجزیه مرکب در شرایط تنش شوری و غیر تنش سال نخست نشان داد تفاوت عملکرد بین دو محل معنی‌دار و محلول‌پاشی پتاسیم همراه با گلیسین در شرایط استفاده از بذر غیر پرایم و پرایم شده با گلیسین به ترتیب سبب افزایش ۱۳/۵ و ۱۸/۳ درصدی عملکرد شد (جدول ۱۲).

### بحث و نتیجه‌گیری

تعداد بوته در واحد سطح یکی از مهمترین مؤلفه‌های عملکرد (تولید در واحد سطح) است که در مدیریت زراعی از آن به عنوان تراکم مناسب یا مطلوب بوته یاد می‌نماییم. پرایمینگ بذر در این روش موجب افزایش توان گیاهچه در مراحل اولیه جوانه‌زنی و جذب بیشتر عناصر و آب و رشد بهینه گیاهچه اولیه شده و بدین لحاظ سبب افزایش بقا و توان مضاعف گیاهچه در شرایط تنش از جمله تنش خشکی و شوری گردید. در این خصوص احمدوند و همکاران (۲۰۱۲) طی تحقیقی خاطر نشان نمودند که هیدروپرایم و همچنین پرایمینگ بذر سبب بهبود جوانه‌زنی، سبز گیاهچه، افزایش طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه در شرایط تنش شوری شد. ضمن این که پرایمینگ بذر میانگین زمان جوانه‌زنی و سبز شدن را کاهش داد. علاوه بر افزایش تعداد بوته در شرایط شور نتیجه تاثیر مثبت محلول‌پاشی گلیسین و سولفات پتاسیم بر بهبود رشد و افزایش توان تحمل تنش، سبب بهبود سطح تحمل شوری شدند. در این خصوص اشرف و احمد (۲۰۰۰) گزارش نمودند که ارقام متحمل پنبه در شرایط تنش شوری دارای غلظت‌های بالاتری از سولفات پتاسیم، کلسیم و نسبت پتاسیم به سدیم بودند (الوی و همکاران، ۲۰۰۷). محتوای نسبی آب برگ شاخصی از شادابی گیاه و برگ‌ها می‌باشد. این شاخص در شرایط رطوبتی کافی (در شرایط غیر شور آزمون شده) از سطحی معادل ۸۰ تا ۸۵ درصد برخوردار بود. نتایج نشان داد مواجهه گیاه با شرایط تنش (تنش شوری) منجر به کاهش جذب آب و در نتیجه کاهش محتوای رطوبت نسبی گیاه و برگ‌ها شد. نتایج همچنین نشان داد افزایش سطح شوری (مزرعه شور در سال دوم) منجر به کاهش بیشتر محتوای نسبی آب برگ گیاه پنبه شد. بر اساس نتایج، محلول‌پاشی پتاسیم سبب بهبود محتوای نسبی آب برگ در شرایط شور شد. افزایش محتوای نسبی آب برگ نتیجه نقش مستقیم و غیرمستقیم یون پتاسیم در تنظیم اسمزی، کنترل روزه‌ای و تاثیر آن بر میزان تعرق و سنتز پروتئین‌ها از جمله پرولین است (میلفورد و جانستون، ۲۰۰۷). به نظر می‌رسد یکی از دلایل افزایش محتوای نسبی آب برگ همچنین نتیجه تاثیر مثبت کاربرد خارجی گلیسین بر افزایش پتانسیل اسمزی (پتانسیل اسمزی شیره سلولی گیاه در این خصوص منفی‌تر شد) باشد. نتایج اقبال و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد محلول‌پاشی برگ‌ها در دو رقم آفتابگردان با استفاده از غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی مول از گلیسین بتائین سبب بهبود محتوای نسبی آب برگ و نیز پتانسیل اسمزی و فشاری برگ شد. پرایمینگ بذر نیز موجب بهبود سطوح رطوبتی گیاه شد بگونه‌ای که تیمار بذور پنبه با گلیسین بتائین در غلظت‌های پنج و هفتونیم درصد سبب افزایش عملکرد و ش به میزان ۱۸ تا ۲۲ درصد در شرایط آبیاری شد (نایدو و همکاران، ۱۹۹۸).

بر اساس نتایج، افزایش ارتفاع بوته و محتوای نسبی آب برگ گیاه پنبه در شرایط تنش شوری که نتیجه پرایمینگ و یا محلول‌پاشی گلیسین و سولفات پتاسیم در طی دوره رشد پنبه بود، سبب

افزایش رشد و بهبود اجزاء عملکرد پنبه از جمله تعداد غوزه به عنوان مهمترین عامل مؤثر بر عملکرد شد. در این خصوص نتایج نواز و اشرف (۲۰۱۰) نیز نشان داد، محلول‌پاشی گلاسیسین بتائین به طور معنی‌داری سبب افزایش هدایت روزنه‌ای ذرت در شرایط تنش شوری شد. علاوه بر این که میزان فتوسنتز خالص و هدایت روزنه‌ای ارتباط مثبت معنی‌داری را نشان داد. تعداد بالاتر غوزه در بوته همچنین نتیجه کاهش ریزش اندام‌های بارور در گیاه همچون گل، غنچه و غوزه‌های جوان بود. در شرایط تنش، عموماً سطح خسارات اکسیداتیو در گیاه افزایش پیدا می‌نماید. تنش اکسیداتیو در گیاه که نتیجه افزایش سطح گونه‌های فعال اکسیژن از جمله اکسیژن نوزاد، پراکسید هیدروژن و... است، تخریب غشاهای سلولی، از بین رفتن پروتئین‌ها و توقف و یا کند شدن سنتز مجدد پروتئین‌ها در گیاه را به دنبال دارد (کافی و همکاران، ۲۰۰۹). یکی از دلایل عمده کاهش باروری گیاه تحت تنش‌های محیطی، ایجاد تنش‌های اکسیداتیو در سطح سلولی است. تنش کمبود آب و عناصر غذایی، القاء کننده تنش‌های اکسیداتیو می‌باشند. در سطح سلولی تنش‌های محیطی چون خشکی و شوری اغلب منجر به تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) می‌شود. تولید بیش از اندازه گونه‌های فعال اکسیژن می‌تواند سبب ایجاد خسارات اکسیداتیو در دستگاه فتوسنتزی شده و بطور جدی اختلال و فعالیت نامطلوب سلول‌ها را به دنبال داشته باشد (دیتز و پاناشمیت، ۲۰۱۱). ایرسل و اوسترهویس (۱۹۹۵) نشان دادند که برگ و براکته‌ها در گیاه پنبه از پتانسیل آب و پتانسیل اسمزی پایین‌تری در مقایسه با دیواره کپسول و احیاناً گل برخوردار هستند و همچنین در شرایط تنش آب، پتانسیل آب و اسمزی برگ و براکته‌ها به میزان بیشتری متأثر شدند (منفی‌تر می‌شوند). این موضوع مبین تنظیم اسمزی بالاتر اندام‌هایی چون برگ‌ها در مقایسه با اندام‌های زایشی چون گل و غوزه می‌باشد. لذا در مواجهه با تنش خشکی، قسمت‌های بارده گیاه، اندام‌های آسیب پذیرتری می‌باشند. ریزش اندام‌های بارده در گیاه پنبه در شرایط تنش بسته به شدت و مدت آن به میزان زیادی افزایش می‌یابد. لذا کاهش میزان ریزش اندام‌های بارده چون گل و غوزه موجب افزایش تعداد غوزه قابل برداشت در انتهای فصل رشد شد.

کاهش عملکرد در شرایط تنش شوری ناشی از منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی محیط ریزوسفر خاک و کاهش توان جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه می‌باشد. پرایمینگ بذر از یک طرف سبب بهبود توان گیاهچه اولیه و رشد اولیه بالاتر گیاه پنبه در شرایط شور می‌گردد و از طرف دیگر محلول‌پاشی موادی چون پتاسیم و گلاسیسین سبب افزایش سطح متابولیت‌های سازگار و تخفیف دهنده اثرات خسارت‌زای گیاهی در نتیجه مواجهه گیاه با تنش‌های محیطی می‌گردد. تحقیقات نشان می‌دهد تیمار بذور پنبه با گلاسیسین بتائین در غلظت‌های پنج و هفت‌ونیم درصد سبب افزایش عملکرد و ش به میزان ۱۸ تا ۲۲ درصد در شرایط آبیاری شد (نایدو و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین نتایج تحقیقات متعددی نشان داده است که گلاسیسین بتائین با تغییر فعالیت فتوسنتزی موجب کاهش اثرات

خسارت‌زای شوری گیاهان مختلفی چون گوجه فرنگی، ذرت، گندم و آفتابگردان که عمدتاً ناشی از محدودیت‌های روزنه‌ای بوده است، گردید (رازا و همکاران، ۲۰۰۶). تحقیقات نواز و اشرف (۲۰۱۰) نیز مؤید تأثیر مثبت محلول‌پاشی گلیسین بتائین بر افزایش هدایت روزنه‌ای ذرت و سرعت فتوسنتز خالص گیاه ذرت در شرایط تنش شوری بود. علاوه بر این افزایش سطح تحمل شوری در گیاهان تحت تیمارهای آزمایش (محلول‌پاشی سولفات پتاسیم، گلیسین و پرایمینگ بذر با گلیسین) احتمالاً ناشی از ابقاء بالاتر رنگدانه‌های گیاهی و حفظ و یا افزایش میزان و سرعت فتوسنتز در شرایط تنش شوری در مقایسه با گیاهان شاهد بوده است. چرا که کاهش در میزان فتوسنتز در شرایط تنش شوری می‌تواند ناشی از کاهش در محتوای کلروفیل برگ باشد (دلفاین و همکاران، ۱۹۹۹). نواز و اشرف (۲۰۱۰) متوجه این نکته شدند که رنگدانه‌های فتوسنتزی چون کلروفیل a یا b در شرایط تنش شوری در گیاه ذرت کاهش می‌یابند. محلول‌پاشی با استفاده از گلیسین بتائین موجب افزایش محتوای کلروفیل b و کلروفیل کل در گیاه ذرت شد. نتایج نشان داد کلروفیل a ارتباط مستقیمی با میزان فتوسنتز در گندم (رازا و همکاران، ۲۰۰۶) دارد. از این رو غلظت بیشتر کلروفیل برگ یک فاکتور مؤثر و مثبت (نسبت به محدودیت‌های روزنه‌ای) است که ممکن است در ظرفیت‌های بالاتر فتوسنتزی ارقام گندم تحت شرایط شور تأثیر داشته باشد. بنابراین محتوای بالاتر کلروفیل برگ ناشی از کاربرد خارجی گلیسین می‌تواند یکی از عوامل افزایش ظرفیت‌های بالاتر فتوسنتزی در شرایط تنش شوری باشد. مجموعه این عوامل می‌تواند بقای بالاتر اندام‌های بارور در گیاه را بدنبال داشته باشد. نتیجه‌گیری کلی پژوهش این است گیاه قطعاً دوره‌های کوتاه تنش را حتی در بهترین شرایط رشدی تجربه خواهد کرد، بدین لحاظ استفاده از ترکیباتی که بتواند موجب تخفیف اثرات زیانبار تنش‌های محیطی گردد، بهبود رشد گیاه را بدنبال خواهد داشت و این که اثر چنین ترکیباتی در شرایط تنش‌های محیطی بیشتر و بارزتر است.

### منابع

1. Annual report of Kashmar station of agricultural research and natural resources. 2010. (in Persian)
2. Ahmadvand, G., Soleymani, F., Saadatian, B., and Pouya, M. 2012. Effects of seed priming on seed germination and seedling emergence of cotton under salinity stress. *World Applied Sciences Journal*. 11: 1453-1458.
3. Ashraf, M., and Ahmad, S. 2000. Influence of sodium chloride on Ion accumulation, yield components and fiber characteristics in salt-tolerant and salt-sensitive lines of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Field Crops Research*. 66:115-127.
4. Barzali, M., Mali, M., and Tajari, M. 2009. Effect of betaine glycine on drought tolerance in different cotton cultivars. Final Report. Agricultural Research and Nutural Resources of Golestan Province. (in Persian with English abstract)

5. Chen, W.P., Li, P.H., and Chen, T.H.H. 2000. Glycine betaine increases chilling tolerance and reduces chilling-induced lipid peroxidation in *Zea mays* L. *Plant Cell Environment*. 23:609–618.
6. Delfine, S., Alvino, A., Villani, M.C., and Loreto, F. 1999. Restriction to carbon dioxide conductance and photosynthesis in spinach leaves enhances tolerance to salt stress. *Plant Molecular Biology*. 119:1101-1106.
7. Dietz, K.J., and Pannschmidt, T. 2011. Novel regulators in photosynthetic redox control of plant metabolism and gene expression. *Plant Physiology*. 155:1477-1485.
8. Ibrahim, M., Anjum, A., Khaliq, N., Iqbal, M and Athar, H.U.R. 2006. Four application of glycine betaine did not alleviate adverse effects of salt stress on growth of sunflower. *Pakistan Journal of Botany*. 38:1561-1570.
9. Iqbal, N., and Ashraf, M. 2008. Glycine betaine, an osmolyte of interest to improve water stress tolerance in sunflower (*Helianthus Annus* L.): Water relations and yield. *South African Journal of Botany*. 74:274-281.
10. Iersel, M.V., and Oosterhuis, D.M. 1995. Drought effects on the water relations of cotton fruits, bracts and leaves during ontogeny. *Environmental and Experimental Botany*. 36: 51- 59.
11. Kafi, M., Borzooee, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, M., and Nabati, J. 2009. *Physiology of environmental stresses in plants*. Jihade Danesggahi publication, mashad. pp:502 .
12. Keshavarz, P., Norihoseini, M. and Malakoti, M.J. 2004. Effect of soil salinity on K critical level for cotton and its response to sources and rate of K-fertilizer. Regional Workshop on Potassium and fertigation Development in West Asia and North Africa region. Rbat, orocco.
13. Lv, S.L., Yin, X.Y., and Zhang, K.W. 2004. Agrobacterium-mediated transformation of shoot apex of cotton and production of transgenic plants carrying beta gene. *High Technology Letter*. 14:20–25 (in Chinese).
14. Lv, S.L., Yang, A., Zhang, K., Wang, L. and Zhang, J. 2007. Increase of glycine betaine synthesis improves drought tolerance in cotton. *Molecular Breeding*. 20:233–248 .
15. Mehrabadi, H.R. 2014. Evaluation of growth and physiological traits of cotton under drought stress in controlled and field conditions. PhD thesis of crop plant physiology. Mashad Ferdowsi University. Pp:201. (in Persian with English abstract)
16. Mengel, K., and Kirkby, E.A. 2001. *Principles of Plant Nutrition*. 5th ed., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht .
17. Milford, G.F.J., and Johnston, A.E. 2007. Potassium and nitrogen interactions in crop production. Proceedings No. 615. International Fertilizer Society, York, UK.
18. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant cell and Environment* 25:239-250.



19. Naidu, B.P., Cameron, D.F, and Konduri, S.V. 1998. Improving drought tolerance of cotton by glycinebetaine application and selection. In: Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference, Wagga Wagga .
20. Nawaz, K., and Ashraf, M. 2010. Exogenous application of glycine betaine modulates activities of antioxidants in maize plants subjected to salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 196:28-37.
21. Park, E.J., Jeknic, Z., Sakamoto, A. 2004. Genetic engineering of glycinebetaine synthesis in tomato protects seeds, plants, and flowers from chilling damage. *The Plant Journal*. 40:474-487.
22. Prasad, K.V.S.K., and Pardha Saradhi, P. 2004. Enhanced tolerance to photoinhibition in transgenic plants through targeting of glycinebetaine biosynthesis into the chloroplasts. *Plant Science*. 166:1197-1212.
23. Raza, SH., Athar, H.R., and Ashraf, M. 2006. Influence of exogenously applied glycine betaine on the photosynthetic capacity of two differently wheat cultivars under salt stress. *Pakistan Journal of Botany*. 38:341-351.
24. Roychoudhury, A., and Banerjee, A. 2016. Endogenous glycine betaine accumulation mediates abiotic stress tolerance in plants. *Tropical Plant Research*. 3:105-111.

