

تنوع ژنتیکی برای جذب سدیم و پتاسیم و غلظت پرولین و قندهای محلول در گونه‌های زراعی پنبه (*Gossypium* sp.) تحت شرایط تنش شوری

محمد رضا رمضانی مقدم^۱، اسلام مجیدی هروان^۲، مهدی عزیزی^۳، سید ابوالقاسم محمدی^۴،
صدیقه آناهید^۵، مهدی مهدوی^۶ و مهدی زنگی آبادی^۷

^۱ و ^۳ استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، ^۲ استاد پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج،
^۴ استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تبریز، ^۵، ^۶، ^۷ کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۹

چکیده

پنبه به عنوان دومین محصول متحمل به شوری بعد از جو مطرح است، در جنس *Gossypium* گونه‌های دیپلوئید با توجه به منشاء شان تحمل بیشتری نسبت به شوری دارند. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی تحمل به شوری در گونه‌های مختلف زراعی پنبه و جستجو برای یافتن منابع ژنتیکی متحمل ۲۸ رقم از چهار گونه زراعی جنس *Gossypium* در قالب ۴ آزمایش (دو آزمایش در شرایط تنش شوری و دو آزمایش در شرایط غیر تنش) مورد ارزیابی قرار گرفتند. تنوع بالای بین و درون گونه‌ای برای تحمل به شوری مشاهده گردید، در بین صفات مورد بررسی تنوع ژنتیکی بالا در هر دو سطح پلوئیدی برای صفات K^+ و K^+/Na^+ مشاهده شده ولی دو صفت میزان اسید آمینه پرولین و قندهای محلول خصوصاً در دیپلوئیدها از تنوع پایینی برخوردار بودند. ارقام گونه *G. herbaceum* از تحمل به شوری نسبتاً بالایی نسبت به سه گونه دیگر برخوردارند. ارقام گونه تتراپلوئید *G. barbadense* نسبت به شوری حساس تر از سایر گونه‌ها بوده و به طور کلی ارقامی که بیشترین نسبت K^+/Na^+ را داشتند از عملکرد بالاتری برخوردار بودند. در میان ارقام تتراپلوئید رقم Crema از گونه *G. hirsutum* با ۴۸۸۴/۹ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد را در شرایط تنش شوری داشته و در میان دیپلوئیدها سرخه سمنان (*G. herbaceum*) با ۱۸۳۶/۵ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد در شرایط تنش شوری بود.

واژه‌های کلیدی: پنبه، تنش شوری، تنوع بین گونه‌ای، تنوع درون گونه‌ای

مقدمه

در ایران وسعت اراضی شور حدود ۲۴ میلیون هکتار معادل ۱۵٪ از اراضی کشور است (جعفری، ۱۹۹۴). بر اساس گزارش فائو، ۴۰٪ از اراضی تحت آبیاری نیز در معرض شوری ثانویه قرار داشته و همه ساله آب بیشتری را برای شستشوی نمک از این اراضی مطالبه می‌شود (پسرکلی، ۱۹۹۳).

پنبه بعد از جو از نظر تحمل به شوری در مقام دوم قرار دارد. پنبه نیز همانند بسیار دیگری از محصولات، در مرحله جوانه زنی، سبز کردن و استقرار گیاهچه نسبت به شوری حساس تر از بقیه مراحل نمو است، رضانی مقدم (۲۰۰۲) تنوع خوبی را برای تحمل به شوری در میان ژرم پلاسما تتراپلوئید کلکسیون پنبه ایران گزارش نموده و با استفاده از ضرایب همبستگی، تجزیه علیت و رگرسیون گام به گام مهمترین جزء موثر در عملکرد پنبه را در شرایط تنش شوری تعداد بوته در متر مربع اعلام کرد. شوری در پنبه باعث کاهش رشد می‌شود این کاهش رشد شامل کاهش ارتفاع، سطح برگ، تعداد قوزه در بوته، وزن قوزه و همچنین اختلال در مراحل تشکیل الباف سلولزی روی پوسته بذر می‌باشد (رضانی مقدم، ۲۰۰۴؛ رضانی مقدم، ۲۰۰۲).

در پنبه تحت تنش، تجمع قندها و اسیدهای آلی زود تر از پرولین آغاز می‌شود. ولی با گذشت زمان تجمع نشاسته کمتر از پرولین و قندها بوده. شوری رشد گیاه را به وسیله تأثیر بر جذب آب و مواد غذایی یا به وسیله اثرات سمی اختصاصی یون، محدود می‌سازد. در اکثر گلیکوفیت‌ها نگهداری نسبت بالای K^+/Na^+ در قسمتهای هوایی به وسیله خارج نمودن Na^+ و تجمع K^+ با تحمل به شوری همبستگی دارد (گرهام، ۱۹۹۲). مکانیسم‌هایی که موجب انتقال انتخابی K^+ از ریشه‌ها به قسمت‌های هوایی می‌شود، یک عامل اصلی برای اجتناب از تجمع Na^+ در برگ‌ها هستند. در سایر گونه‌ها جذب و حجره بندی Na^+ در قسمت‌های هوایی برخی مزیت‌های رشد را در مکانیسم‌های اجتناب تأمین می‌کند (لیدی و سائز، ۱۹۹۷).

اختلافات بین و درون گونه‌ای در تحمل به شوری پنبه به وسیله محققین زیادی گزارش شده است. رضانی مقدم (۲۰۰۲) گزارش کرد که در بین ژرم پلاسما دو گونه تتراپلوئید *G. hirsutum* و *G. barbadense*، نتایج حاکی از برتری ارقام گونه *G. hirsutum* نسبت به ارقام *G. barbadense* در تنش شوری بود و در داخل گونه *G. hirsutum* ژنوتیپ‌های دارای برگ اکرا نسبت به برگ نرمال در این شرایط برتری نشان دادند. گرهام و یانگ (۱۹۹۶) تأثیر شوری بر گونه‌های وحشی جنس *Gossypium* و گونه *G. hirsutum* را آزمون کرده و تفاوت‌هایی در رشد نسبی و تجمع یون سدیم پیدا نمودند. قدیر و شامز (۱۹۹۷) تحمل به شوری را در پنبه به جذب پایین تر Cl^- به جای جذب پایین تر Na^+ یا K^+ نسبت دادند. لیدی و سائز (۱۹۹۷) رفتار متفاوت رشد گیاهی به جذب انتخابی K^+/Na^+ که در پنبه آپلند یافت شده نسبت دادند. اما به هر حال تحمل به شوری یک پاسخ پیچیده

است که به وسیله اثر متقابل بین مکانیسم‌های متفاوت سازگاری و محیط پیچیده‌تر می‌شود. جایگزینی جزئی Na^+ به جای K^+ در تغذیه پنبه و مکانیسم‌های کارآمد بسته بندی Na^+ می‌تواند تحمل به شوری را در این محصول افزایش دهد (لیدی و سائز، ۱۹۹۷).

لیدی و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی تنوع جذب Na^+ و K^+ گیاهچه گونه‌های وحشی جنس *Gossypium* و گونه *G. hirsutum* در شرایط تنش شوری دریافتند که اختلافات در بنیه گیاهچه یک عامل اختلاط یافته معنی‌دار در مقایسات ژنوتیپ‌ها است، خصوصاً زمانی که ژنوتیپ‌های اهلی و وحشی مورد مقایسه قرار گیرند. همچنین تنوع تشخیص داده شده در جذب Na^+ و K^+ و توزیع بین برگ‌ها، ساقه و ریشه‌ها در مرحله گیاهچه را به‌عنوان صفات همبسته قوی با تحمل به شوری تأیید نمی‌کنند. رمضانی مقدم (۲۰۰۴) با ارزیابی تحمل به شوری ۴۴ توده بومی پنبه (دیپلوئید)، عمدتاً از گونه *G. herbaceum* (از نواحی مختلف کشور) و معدودی از گونه *G. arboreum*، به‌طور کلی تحمل گونه اول را بهتر از گونه دوم عنوان نموده و در داخل گونه *G. herbaceum*، توده‌هایی که منشاء آنها نواحی خشک دارای آب و خاک شورتر بود، متحمل‌تر گزارش نمودند. با عنایت به موارد فوق الذکر هدف از انجام این تحقیق بررسی تنوع ژنتیکی بین و درون گونه‌ای در جنس *Gossypium* در مورد صفات مورد بررسی برای بهره بردن از آن در برنامه‌های به‌نژادی پنبه در کشور بوده است.

مواد و روش‌ها

ارقام مورد آزمایش: در این مطالعه ۱۶ رقم مختلف پنبه آپلند (*G. hirsutum*) و ۲ رقم پنبه پیمبا (*G. barbadense*) جمعاً ۱۸ رقم از دو گونه تتراپلوئید زراعی ($2n = 4X = 52$) و ۹ توده بومی ایران از گونه *G. herbaceum* و یک توده از گونه *G. arboreum* جمعاً ۱۰ توده دیپلوئید ($2n = 2X = 26$) مورد بررسی قرار گرفتند (جدول‌های ۱ و ۲).

طرح آماری و روش کار: مواد ژنتیکی فوق به صورت چهار آزمایش مجزا، دو آزمایش برای تتراپلوئیدها (یک آزمایش در محیط غیر تنش و یک آزمایش در محیط تنش شوری) و دو آزمایش برای دیپلوئیدها (یک آزمایش در محیط غیر تنش و یک آزمایش در محیط تنش شوری) در قالب چهار طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۱۳۸۳ در مزرعه ایستگاه تحقیقات پنبه شرق کشور - کاشمر به‌عنوان محیط غیر تنش و روستای سعدالدین کاشمر به‌عنوان محیط دارای تنش شوری کشت گردیدند. تیمارهای مورد بررسی در ۴ خط ۱۰ متری با آرایش کاشت 70×20 سانتی‌متر کشت گردیدند. قبل از کاشت نیاز کودی بر اساس آزمون خاک تامین شد و با علفکش سونالان سمپاشی انجام گردید. همچنین بذور قبل از کاشت با سم لاروین برای جلوگیری از خسارت آفت

تریپس ضد عفونی شد و پس از سبز شدن عملیات تنک، وجین علفهای هرز، کود سرک، آبیاری و سمپاشی علیه آفات پنبه در زمان‌های لازم انجام شد.

صفات مورد اندازه‌گیری عبارتند بودند از: عملکرد وش چین اول، دوم و مجموع (کل) برحسب کیلوگرم، زودرسی از نسبت عملکرد چین اول به عملکرد کل، ارتفاع بوته (در تاریخ‌های مختلف به عنوان معیاری از رشد) برحسب سانتی‌متر از میانگین ارتفاع ۶ بوته در هر کرت، وزن قوزه برحسب گرم از میانگین وزن وش ۲۰ قوزه از هر کرت، تعداد قوزه در بوته از میانگین تعداد قوزه ۶ بوته در هر کرت، تعداد بوته در هر کرت، تعداد شاخه رویا: تعداد شاخه‌های رویشی (شاخه‌ای که بر روی آن مستقیماً گل تشکیل نمی‌شود) که مستقیماً از ساقه اصلی برویند، تعداد شاخه زایا: (شاخه‌ای که علاوه بر برگ، گل هم بر روی آن تشکیل شود)، طول شاخه زایای پنجم از بالا بر حسب سانتی‌متر، طول بلندترین شاخه رویا حسب سانتی‌متر، قطر طوقه با استفاده از کولیس ورنیه حسب میلی‌متر، طول و عرض برگ و میزان کلروفیل برگ (با استفاده از دستگاه SPAD) اندازه‌گیری گردید.

جدول ۱- مشخصات ارقام پنبه تتراپلوئید مورد بررسی.

شماره	رقم	نام انگلیسی	گونه	منشاء
۱	نازلی-۸۴	Nazili-84	<i>G. hirsutum</i>	ترکیه
۲	آکالا اس جی ۲ × سی آیلند	Sea Island × Acala Sj2	<i>G. hirsutum</i>	آمریکا
۳	سی آیلند	Sea Island	<i>G. hirsutum</i>	آمریکا
۴	بختگان*	Bakhtegan	<i>G. hirsutum</i>	آمریکا
۵	نارا برای	Narabray	<i>G. hirsutum</i>	استرالیا
۶	۴۳۳۴۷	43347	<i>G. hirsutum</i>	یونان
۷	۸۱۸-۳۱۲	818-312	<i>G. hirsutum</i>	یونان
۸	۴۳۲۰۰	43200	<i>G. hirsutum</i>	یونان
۹	مهر*	Mehr	<i>G. hirsutum</i>	بلغارستان
۱۰	کرما	Crema	<i>G. hirsutum</i>	اسپانیا
۱۱	ساحل*	Sahel	<i>G. hirsutum</i>	ایران
۱۲	ورامین*	Varamin	<i>G. hirsutum</i>	ایران
۱۳	اولتان*	Ultan	<i>G. hirsutum</i>	ایران
۱۴	سوپر اکرا	Super Okra	<i>G. hirsutum</i>	استرالیا
۱۵	ایرما-۳۲۳	Irma-323	<i>G. hirsutum</i>	ترکیه
۱۶	سیندوز-۸۰	Sindos-80	<i>G. hirsutum</i>	یونان
۱۷	دکتر عمومی*	Dr.Omoumi	<i>G. barbadense</i>	مراکش
۱۸	ترمس-۱۴	Termus-14	<i>G. barbadense</i>	مصر

* ساحل هیبریدی از Coker-100 Wilt * 349، ورامین هیبریدی از Coker-100 Wilt * 539، بختگان حاصل از گزینش Acala Sj2 است که منشأ همه آنها آمریکا است. رقم دکتر عمومی حاصل از گزینش دو رقم الیاف بلند تادالا ۶ و تادالا ۹ از کشور مراکش مهر حاصل از گزینش از رقم B-433 که منشأ آن بلغارستان است و اولتان از تلاقی رقم ساحل با رقم کلوستر و زودرس C1211 که منشأ آن روسیه است حاصل شده است.

جدول ۲ - مشخصات توده‌های پنبه دیپلوئید مورد بررسی.

شماره	توده	نام انگلیسی	گونه	بومی
۱	بهاران مهریز	Baharan-e-Mehriz	<i>G. herbaceum</i>	ایران
۲	الیاف رنگی	Alyaf-Rangi	<i>G. herbaceum</i>	ایران
۳	سرخه سمنان	Sorkhe-e-Semnan	<i>G. herbaceum</i>	ایران
۴	گرمسار	Garmsar	<i>G. herbaceum</i>	ایران
۵	کرمان	Kerman	<i>G. herbaceum</i>	ایران
۶	قوزه و برگ قرمز قم	Ghozeh va Barg Ghermez-e-Qom	<i>G. herbaceum</i>	ایران
۷	آریا	Aria	<i>G. herbaceum</i>	ایران
۸	کاشمر	Kashmar	<i>G. herbaceum</i>	ایران
۹	بنفش کرمان	Banafsh-e- Kerman	<i>G. herbaceum</i>	ایران
۱۰	آربورنوم	Arboreum	<i>G. arboreum</i>	هندوستان

اندازه گیری میزان سدیم و پتاسیم برگ: برای اندازه گیری سدیم و پتاسیم نمونه‌های برگ خشک شده از هر تیمار با یک‌هاون چینی آسیاب شده سپس به مدت ۲ ساعت داخل کوره ۵۴۰ درجه قرار داده شده (روش سوزاندن خشک) و ترکیب با اسید هیدروکلرید خاکستر شده و سپس در این عصاره عناصر سدیم و پتاسیم به روش نشر شعله ای (Atomic Emission Spectrometry =AES) اندازه گیری گردید (موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۹۹۶).

اندازه گیری پرولین و قندهای محلول: با استفاده از نمونه‌های برگ خشک و به روش سانچز و همکاران (۱۹۹۸) با استفاده از اسپکتروفوتومتری اجرا گردید.

اندازه گیری خصوصیات تکنولوژیکی الیاف: از هر تیمار نمونه‌های همسنگ از عملکرد وش دو چین گرفته و پس از جین زدن وش نمونه‌ها، از طریق توزین مخلوج بدست آمده صفت درصد کیل الیاف (نسبت مخلوج به وش) بدست آورده شد. سپس با دستگاه HVI در آزمایشگاه تکنولوژی الیاف معاونت موسسه تحقیقات پنبه در ورامین صفات تکنولوژیکی الیاف شامل: طول الیاف ۲/۵٪ و ۵۰٪، یکنواختی الیاف (از نسبت طول ۲/۵٪ به ۵۰٪)، ظرافت (ضریب میکرونر)، استحکام الیاف (g/tex) و درصد کشش الیاف اندازه‌گیری شد. پس از ثبت اطلاعات از مزرعه و آزمایشگاه، داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه آماری شده و نمودارها با نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج

جدول‌های ۳ و ۴ نتایج تجزیه واریانس ساده صفات مرفولوژیکی، کمی و فیزیولوژیکی توده‌های دیپلوئید پنبه در دو محیط غیر تنش و تنش شوری را نشان می‌دهد، تجزیه واریانس مرکب برای توده‌های دیپلوئید در دو محیط در جدول ۵ آورده شده است. نتایج تجزیه واریانس ساده ژنوتیپ‌های

تتراپلوئید پنبه در جدول‌های ۶ و ۷ آورده شده است، تجزیه واریانس مرکب برای ژنوتیپ‌های تتراپلوئید دو منطقه در جدول شماره ۸ نشان داده شده است.

نتیجه مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌های تتراپلوئید در محیط تنش شوری نشان داد که ژنوتیپ کریما از نظر عملکرد با ۴۸۸۴/۹ کیلوگرم در هکتار در ردیف اول و رقم اولتان با عملکرد ۱۲۰۲/۹ کیلوگرم در هکتار در ردیف آخر قرار گرفت. از نظر زودرسی رقم مهر با ۸۳/۵ درصد زودرسی در ردیف اول و رقم دکتر عمومی با ۳۶/۰۶ درصد زودرسی دیررس‌ترین ژنوتیپ طبقه بندی شد.

نتیجه مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌های تتراپلوئید در محیط غیر تنش نشان داد که ژنوتیپ ۴۳۳۴۷ از نظر عملکرد با ۶۷۹۰/۳ کیلوگرم در هکتار در ردیف اول و رقم ساحل با عملکرد ۲۸۸۱ کیلوگرم در هکتار در ردیف آخر قرار گرفت. از نظر زودرسی رقم مهر با ۹۲/۶ درصد زودرسی در ردیف اول و رقم دکتر عمومی با ۴۶/۹ درصد به عنوان دیررس‌ترین ژنوتیپ طبقه بندی شد. نتیجه مقایسه میانگین صفات مختلف پنبه‌های دیپلوئید در محیط تنش شوری نشان داد که توده سرخه سمنا از نظر عملکرد با ۱۸۳۶/۸ کیلوگرم در هکتار در ردیف اول و توده بهاران مهریز با عملکرد ۳۹ کیلوگرم در هکتار در ردیف آخر قرار گرفت. از نظر زودرسی توده الیاف رنگی با ۴۷/۶ درصد زودرسی در ردیف اول و توده آربوریوم با ۱۴ درصد زودرسی به عنوان دیررس‌ترین توده طبقه‌بندی شد.

نتیجه مقایسه میانگین صفات مختلف پنبه‌های دیپلوئید در محیط غیر تنش نشان داد که توده سرخه سمنا از نظر عملکرد با ۱۶۱۷/۴ کیلوگرم در هکتار در ردیف اول و توده بنفش کرمان با عملکرد ۴۴۹/۱ کیلوگرم در هکتار در ردیف آخر قرار گرفت. از نظر زودرسی رقم اصلاح شده آریا با ۷۳ درصد زودرسی در ردیف اول و توده آربوریم با ۲۸ درصد زودرسی به عنوان دیررس‌ترین ارقام طبقه بندی شدند.

نمودارهای مقایسه‌ای صفات مهم زراعی، مرفولوژیکی و صفات فیزیولوژیکی در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است که بر اساس آن تغییرات و تنوع صفات عملکرد و ش، ارتفاع بوته درصد زودرسی و صفات فیزیولوژی میزبان سدیم، میزان پتاسیم، نسبت پتاسیم به سدیم در بین توده‌های دیپلوئید و ژنوتیپ‌های تتراپلوئید در دو محیط تنش و غیر تنش مشخص گردیده است.

واریانس‌های ژنتیکی، فنوتیپی و توارث پذیری عمومی صفات مورد مطالعه در دو جدول ۹ و ۱۰ آورده شده است که بر اساس نتایج حاصل توارث پذیری بر آورد شده برای صفات مختلف برای پنبه‌های دیپلوئید از ۸/۰۵- برای قندهای محلول تا ۳۹/۷۲ برای عملکرد و ش متغیر بوده و برای پنبه‌های تتراپلوئید از ۶/۶۲- تا ۶۵/۴۹ برای نسبت سدیم به پتاسیم متغیر بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مختلف توده‌های دیپلوئید پنبه در محیط غیر تنش .

ارتفاع بوته	میانگین مربعات										منابع تغییر	درجه آزادی
	زودرسی	عملکرد	وزن قوزه	قندهای محلول	پرولین	Na ⁺ +K ⁺	K ⁺ /Na ⁺	Na ⁺ /K ⁺	K ⁺	Na ⁺		
۴۰۲/۱۱۱	۰/۰۴۵۲	۳۱۵۴۲/۵	۰/۰۲۱۸۹	۶۱۴۴۸/۵۳	۰/۱۱۳۲۹	۰/۰۲۵۶۲	۴/۰۰۶۹۷	۰/۰۰۰۲۰۵	۰/۰۱۶۷۸۵۶	۰/۰۰۱۰۱۴۸۶*	۲	تکرار
۱۴۹/۹۸۷۲	۰/۰۶۰۰۲	۵۹۱۷۵۵/۷	۱/۰۸۸۵**	۱۸۳۲۸/۶۵	۰/۰۴۹۷۳	۰/۰۶۴۳۵۳*	۶/۵۹۹۳۱	۰/۰۰۰۴۰۵*	۰/۰۶۴۵۵۱*	۰/۰۰۰۲۴۴۶۷	۹	توده
۲۵۳/۲۹۷	۰/۰۳۶۴۹	۳۰۰۶۳۷/۸	۰/۱۱۶۳	۲۲۲۰۷/۰۵	۰/۰۶۸۳۱	۰/۰۱۹۶۴۷	۷/۸۳۴۷۳	۰/۰۰۰۱۴۷۴	۰/۰۱۹۲۲۸۶۵	۰/۰۰۰۱۹۹۸۷	۱۸	اشتباه
۸/۳۷	۳/۱۳۲	۴۸/۸۳	۸/۰۱	۲۶/۲۸	۱۹/۸۷	۸/۹۰	۱۴/۶۰	۱۳/۶۰	۹/۵۸	۱۱/۰۹	-	ضریب تغییرات (درصد)

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مختلف توده‌های دیپلوئید پنبه در محیط تنش شوری .

ارتفاع بوته	میانگین مربعات										منابع تغییر	درجه آزادی
	زودرسی	عملکرد	وزن قوزه	قندهای محلول	پرولین	Na ⁺ +K ⁺	K ⁺ /Na ⁺	Na ⁺ /K ⁺	K ⁺	Na ⁺		
۲۵۱/۹	۰/۱۰۱۱۴*	۱۸۲۸۵۴/۰۳**	۶/۲۷۰۳	۹۰۰۴۶/۰۹	۱/۰۸۵۳	۰/۱۰۵۵۳*	۰/۴۱۶۲۱	۰/۰۵۴۵	۰/۰۵۹۰۳	۰/۰۶۰۳۲	۲	تکرار
۲۴۳/۹	۰/۰۲۵۵*	۸۶۴۹۱۶/۰۹۵*	۱/۵۰۹۳	۲۵۸۲۴/۹۶	۱/۱۴۱۲	۰/۰۵۰۰۲	۰/۰۹۶۴۲	۰/۰۷۱۶	۰/۰۶۸۰۰*	۰/۰۶۲۵۲	۹	توده
۱۲۰/۸	۰/۰۰۹۱۳	۲۴۶۰۶۴/۰۴	۱/۹۳۱	۴۵۲۴۰/۵۷	۰/۵۶۱۴	۰/۰۲۷۱۵۴	۰/۶۷۱۹۷	۰/۰۴۲۵۴	۰/۰۱۹۴۰	۰/۰۴۳۲	۱۸	اشتباه
۸/۲۶	۲۵/۷۳	۴۸/۲۵	۳۶/۹۰	۴۲/۳۶	۷/۵۸	۷/۸۲	۳۵/۹۳	۴۰/۷۶	۹/۸۱	۳۰/۱۹	-	ضریب تغییرات (درصد)

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف توده‌های دیپلوئید پنبه در دو محیط غیر تنش و تنش شوری.

ارتفاع بوته	زودرسی	عملکرد	وزن قوزه	قندهای محلول		پروئین	Na ⁺ +K ⁺	K ⁺ /Na ⁺	Na ⁺ /K ⁺	K ⁺	Na ⁺	درجه آزادی	منابع تغییر
				محل	وزن قوزه								
۴۵۶۰**	۰/۷۲۹۸**	۲۶۳۱۳۲	۳/۹۰۵	۵۷۲۴۷	۱۰۳۹۶۴**	۴/۱۹۵	۱۲۱/۴۴**	۲/۳۵۳۳**	۰/۰۰۱۸	۴۳۷۰۸*	۱	مکان	
۳۲۷	۰/۰۷۳۳*	۱۰۷۰۱۴۸*	۳/۱۴۶*	۷۵۷۴۷	۰/۵۹۹	۰/۰۶۵۶*	۲/۲۱	۰/۰۲۷۳*	۰/۰۳۷۹	۰/۰۳۰۷	۴	تکرار داخل مکان	
۳۳۹	۰/۰۷۲۳*	۱۳۲۱۸۹۱**	۱/۲۸۷	۱۶۶۷۰	۰/۶۰۵	۰/۰۵۵۵*	۴/۸۳*	۰/۰۳۷۴*	۰/۰۸۹۳**	۰/۰۳۰۳	۹	توده	
۶۴	۰/۰۲۳۴	۱۲۱۵۲۵	۱/۲۱۲	۲۵۷۶۵	۰/۶۱۳	۰/۰۶۰۹*	۲/۵۲	۰/۰۲۶۴	۰/۰۴۹۰*	۰/۰۳۳۱	۹	توده x مکان	
۱۹۵/۳۳	۰/۰۲۵	۲۷۴۹۵۶	۰/۹۷۰۲	۳۳۰۹۳	۰/۳۰۰۳	۰/۰۲۳۱	۱/۸۱۷	۰/۰۲۰۱	۰/۰۱۹۳۱	۰/۰۲۰۴	۳۶	اشتباه	
۸/۵۴	۳۱/۵۴	۴۸/۵۲	۲۴/۵۱	۳۳/۹۴	۱۰/۰۰۵	۸/۳۱	۱۹/۰۷	۴۸/۸۱	۹/۶۹	۳۵/۹۰	-	ضرب تغییرات (درصد)	

و به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

جدول ۶- تجزیه واریانس صفات مختلف ژنوتیپ‌های تتراپلوئید پنبه در محیط غیر تنش.

ارتفاع بوته	زودرسی	عملکرد	تعداد قوزه	وزن قوزه	پروئین	قندهای محلول	Na ⁺	K ⁺	Na ⁺ /K ⁺	درجه آزادی	منابع تغییر	
												محل
۰/۰۴۳۹	۴۹/۵۳**	۰/۰۲۱۹**	۰/۱۰۴۳*	۰/۰۱۳*	۷۱۲۲۸۷	۱/۲۰۹**	۰/۵۵۸	۴۲/۲۳	۰/۰۱۴۳*	۳۳۸۴۸۸۶/۶**	۲	تکرار
۰/۰۴۴۳	۳۹/۵۴**	۰/۰۰۲۸	۰/۰۴۶۹*	۰/۰۰۲۴*	۴۱۲۷۵۷	۰/۰۷۹	۲/۱۸۵	۳۵/۲۳*	۰/۰۳۵۹**	۲۹۳۴۴۶۶/۱**	۱۷	ژنوتیپ
۰/۰۲۳۷	۱/۶۱	۰/۰۰۰۴۹	۰/۰۲۲۱	۰/۰۰۰۳۵	۲۲۱۶/۳	۰/۰۹۷	۰/۴۴۶	۱۸/۰۲۸	۰/۰۰۳۲	۶۰۲۸۸۹/۷	۳۴	اشتباه
۱۲/۱۱	۱۵/۵۹	۱۵/۸۷	۱۳/۲۷	۱۲/۴۶	۳۷/۷۰	۱۹/۸۱	۱۱/۳۳	۲۱/۷۵	۷/۰۴	۱۶/۲۰	-	ضرب تغییرات (درصد)

و به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

جدول ۷- تجزیه واریانس واریانس مختلف ژنوتیپ‌های تتراپلوئید پنبه در محیط تنش شوری.

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	عملکرد	زودرسی	تعداد قوزه	وزن قوزه	پروئین	قندهای محلول	Na ⁺	K ⁺	Na ⁺ /K ⁺	K ⁺ /Na ⁺	میانگین مربعات		
													Na ⁺ +K ⁺	K ⁺ /Na ⁺	
تکرار	۲	۱۷/۸۰۲	۱۵۷۴۱/۰۶	۰/۰۰۰۲۹	۳۴/۳۳۹	۰/۴۷۷۶	۳/۹۹۴*	۲۴۱۴/۲۲	۰/۳۵۲۳	۰/۱۲۵۹	۰/۷۸۵۴*	۰/۳۱۰۲	۱۹/۹۵	۱۶/۴۴	۱۹/۹۵
ژنوتیپ	۱۷	۲۱۰/۱۳۶**	۲۰۸۵۶۲۸/۶۹**	۰/۰۴۵۰۳*	۵/۴۷۷	۱/۷۳۹۴*	۰/۲۹۲۶	۳۳۶۹/۸۸	۰/۲۹۲۲	۰/۰۶۶۴	۰/۳۳۴۴	۴/۷۷۹*	۲۱۰۰۹	۱۶/۴۴	۱۹/۹۵
اشتباه	۳۴	۵۸/۵۹۹	۶۵۳۳۵/۷۹	۰/۰۰۸۲۶	۱۶/۰۳۷	۰/۲۵۱۳	۰/۲۷۱۷	۱۷۳۰۲/۳۸	۰/۲۰۰۷	۰/۰۴۸۵	۰/۲۲۶۱	۲/۰۰۹	۱۶/۴۴	۱۶/۴۴	۱۹/۹۵
ضرب تغییرات (درصد)	-	۱۰/۳۲	۳۰/۳۶	۱۳/۲۲	۱۸/۹۶	۹/۸۹	۳۲/۰۵	۲۶/۰۳	۳۱/۰۲	۱۷/۳۲	۳۹/۵۸	۱۹/۹۵	۱۶/۴۴	۱۶/۴۴	۱۹/۹۵

** و به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

جدول ۸- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف ژنوتیپ‌های تتراپلوئید پنبه در دو محیط غیر تنش و تنش شوری.

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	عملکرد	زودرسی	تعداد قوزه	وزن قوزه	پروئین	قندهای محلول	Na ⁺	K ⁺	Na ⁺ /K ⁺	K ⁺ /Na ⁺	میانگین مربعات	
													Na ⁺ +K ⁺	K ⁺ /Na ⁺
مکان	۱	۱۱۱۶۶/۴**	۱۲۲۵۵۸۱/۹*	۰/۳۴۵**	۶۹/۳	۱۸/۵*	۱۲/۸۳**	۸۰۱۵۲۲*	۴۵/۱۵*	۰/۶۲۴*	۳۰/۴۵*	۱۲۶۶/۴**	۵۶/۳۹*	۱۲۶۶/۴**
تکرار داخل مکان	۴	۶/۴	۱۷۷۱۵۱*	۰/۰۰۷۳	۳۸/۲	۰/۴۲	۲/۶*	۳۶۹۲۱	۰/۱۸۳	۰/۱۱۵*	۰/۴۰۴*	۲۴/۹**	۰/۰۵۴۴	۲۴/۹**
ژنوتیپ	۱۷	۶۰/۴/۱**	۳۴۶۳۵/۴۵**	۰/۰۷۰۵**	۱۷/۲	۳/۶۴*	۰/۱۵۳	۴۴۸۷۶**	۰/۱۶۲	۰/۰۹۳*	۰/۱۸۹۸	۲۷/۴**	۰/۱۱۷۸	۲۷/۴**
ژنوتیپ * مکان	۱۷	۸۹/۵	۱۵۵۶۵۰۹*	۰/۰۱۰۵*	۲۳/۵	۰/۲۸	۰/۲۱۸	۲۰۰۵	۰/۱۳۳	۰/۰۱۹۹	۰/۱۴۷	۶/۹**	۰/۸۵۱۴	۶/۹**
اشتباه	۶۸	۶۹/۲	۶۲۸۱۲۴	۰/۰۰۵۷	۱۷/۰۳	۰/۳۴۹	۰/۱۸۴	۱۹۷۳۲	۰/۱۰۰۵	۰/۰۳۵	۰/۱۱۳	۱/۸۰۷	۰/۱۱۱۶	۱/۸۰۷
ضرب تغییرات (درصد)	-	۹/۸۶	۲۱/۳۶	۱۰/۱۶	۲۰/۳۰	۱۰/۷۷	۲۲/۴۰	۳۱/۱۳	۳۹/۷۴	۱۵/۷۱	۵۰/۲۰	۲۸/۵۹	۱۶/۷۶	۲۸/۵۹

** و به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

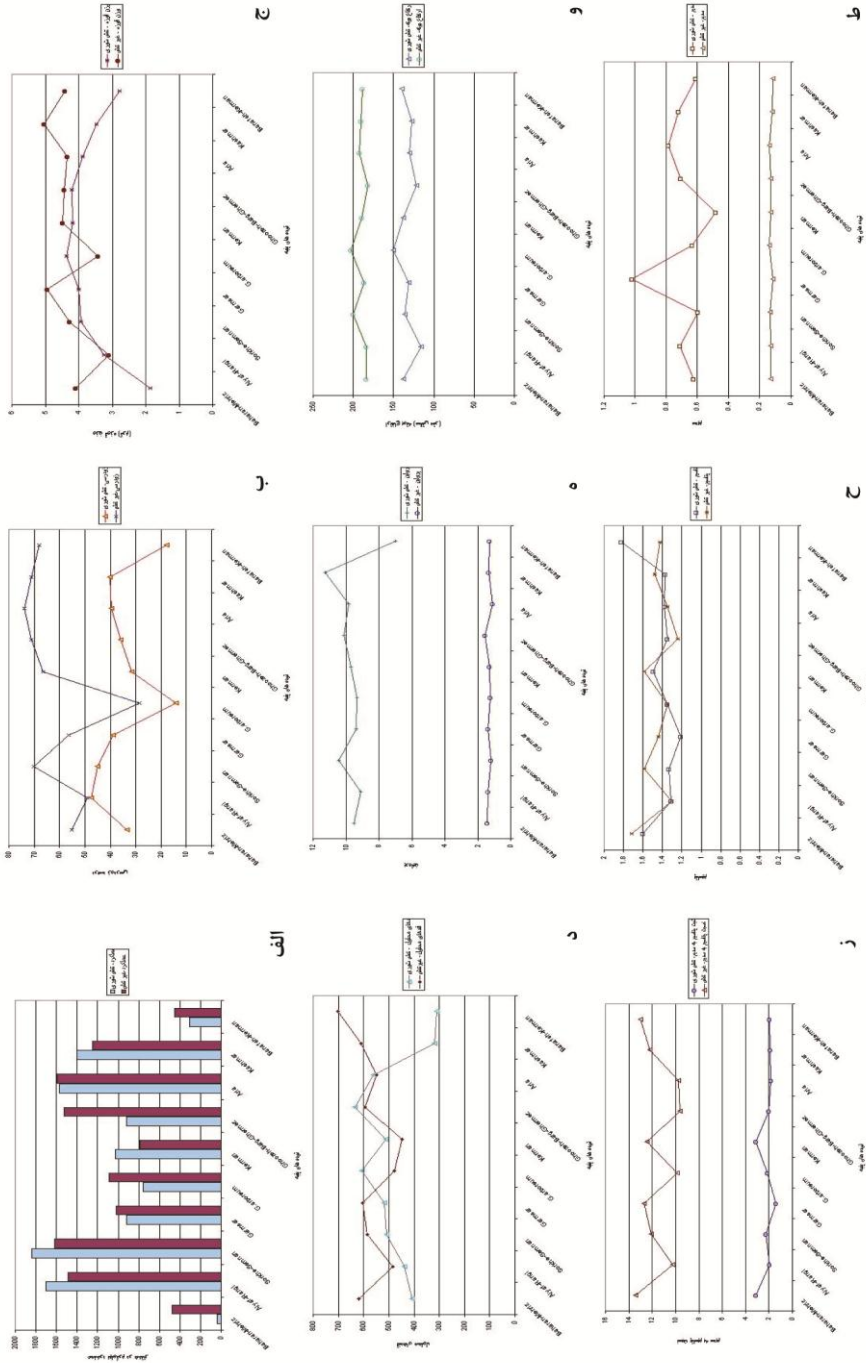
جدول ۹- واریانس‌های ژنتیکی، فنوتیپی و توارث پذیری صفات مختلف در پنبه‌های دیپلوئید.

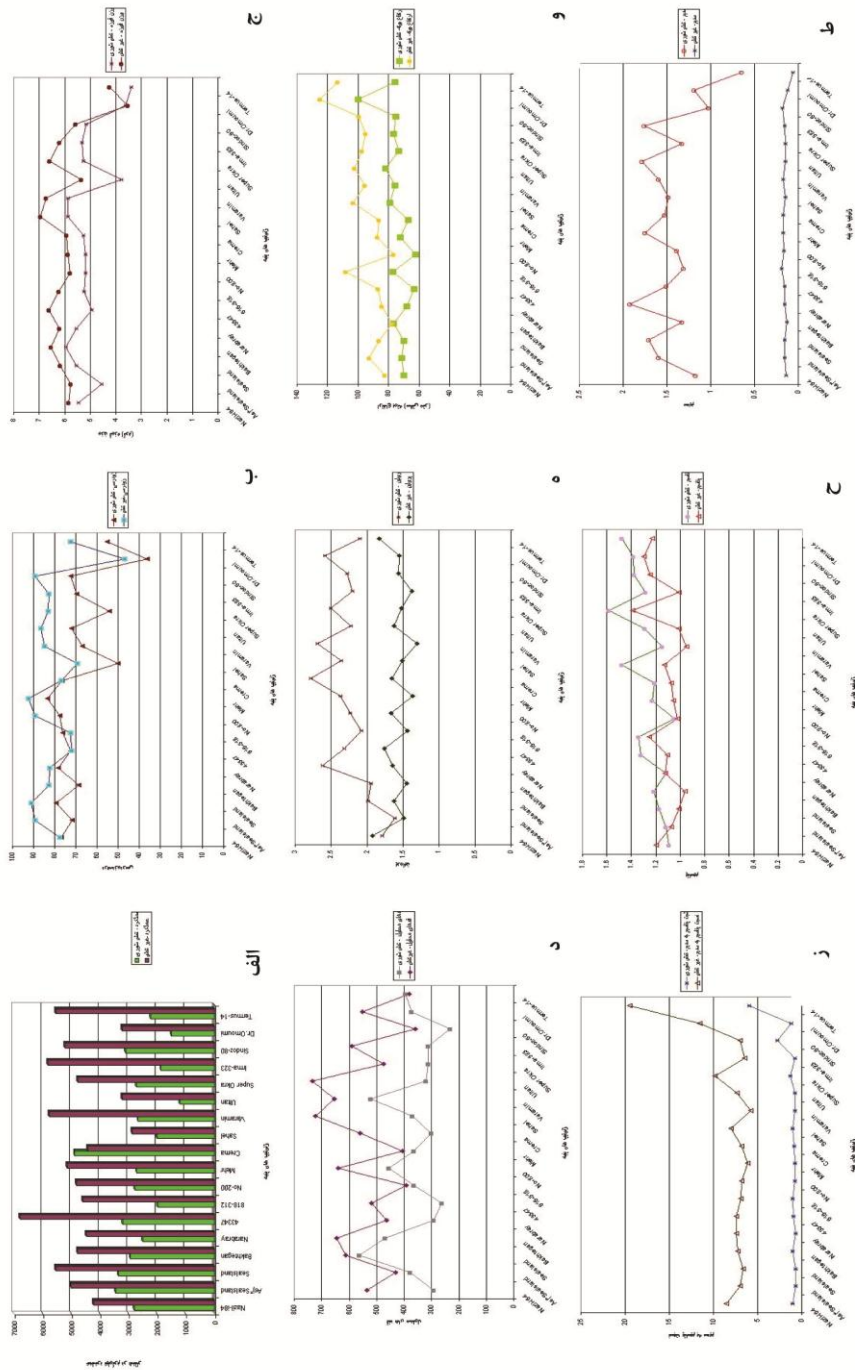
توارث پذیری (%)	واریانس فنوتیپی	واریانس محیطی	واریانس ژنتیکی	صفت
۱۲/۵۹	۲۶۸/۴۳۳	۲۳۴/۶۲۵	۳۳/۸۰۸	ارتفاع بوته
۳۹/۷۲	۴۸۵۷۵۰/۴	۲۹۲۸۳۰/۱۹	۱۹۲۹۲۰/۲۳	عملکرد وش
۲۹/۴۸	۰/۰۳۶۰۸۲	۰/۰۲۵۴۴۴۱۰	۰/۰۱۰۶۳۸۰۵	زودرسی
-۰/۳۶	۰/۹۵۵۵۲۱	۰/۹۵۸۹۷۹۶	-۰/۰۰۳۴۵۸۶	وزن قوزه
-۱/۴۲	۰/۱۴۴۶۹۳	۰/۱۴۶۷۵۲۹	-۰/۰۰۲۰۵۹۵	پرولین
-۸/۰۵	۳۰۴۰۸/۰۲	۳۲۸۵۶/۷۵۷	-۲۴۴۸/۷۳۴	قندهای محلول
-۰/۲۳	۰/۱۸۱۸۸۵	۰/۰۱۸۱۸۸۵	-۰/۰۰۰۴۰۸۳	Na ⁺
۲۷/۵۲	۰/۰۲۸۵۹۱	۰/۰۲۰۷۲۴۰	۰/۰۰۷۸۶۷۰	K ⁺
۰/۸۱	۰/۰۱۸۳۱۸	۰/۰۱۸۱۶۸۷	۰/۰۰۰۱۴۹۰	Na ⁺ / K ⁺
۲۱/۱۳	۲/۰۰۷۱۲	۱/۵۸۳۰۷۷۱	۰/۴۲۴۰۴۳۰	K ⁺ /Na ⁺
۵/۸۸	۰/۰۲۷۲۳۱	۰/۰۲۵۶۲۸۸	۰/۰۰۱۶۰۲۴	Na ⁺ + K ⁺

جدول ۱۰- واریانس‌های ژنتیکی، فنوتیپی و توارث پذیری صفات مختلف پنبه‌های تتراپلوئید.

توارث پذیری (%)	واریانس فنوتیپی	واریانس محیطی	واریانس ژنتیکی	صفت
۵۵/۳۵	۱۵۴/۹۸۲	۶۹/۲۰۶	۸۵/۷۷۶	ارتفاع بوته
۳۳/۶۰	۹۴۵۹۶۳/۲	۶۲۸۱۲۳/۷۵	۳۱۷۸۳۹/۴۴	عملکرد وش
۶۳/۶۰	۰/۰۱۵۷	۰/۰۰۵۷۲۱۱۲	۰/۰۰۹۹۹۶	زودرسی
-۶/۶۲	۱۵/۹۷۵	۱۷/۰۳۲	-۱/۰۵۷۱۳	تعداد قوزه
۶۱/۶۲	۰/۹۰۸۲	۰/۳۴۸۵۸۴۱۸	۰/۵۵۹۶۰۷۸۴	وزن قوزه
-۶/۲۲	۰/۱۷۳۵	۰/۱۸۴۲۹۹۵	-۰/۰۱۰۷۸۶۷۶	پرولین
۱۷/۳۳	۲۳۸۶۹/۵۳	۱۹۷۳۱/۸۳	۴۱۳۷/۶۹	قندهای محلول
۴/۵۷	۰/۱۰۵۳	۰/۱۰۰۵۰۹۹۱	۰/۰۰۴۸۱۳۹۴	Na ⁺
۲۵/۷۶	۰/۰۴۷۵	۰/۰۳۵۲۹۶۶۲	۰/۰۱۲۲۴۸۰۸	K ⁺
۵/۸۹	۰/۱۲۰۳۸	۰/۱۱۳۲۹۶۹	۰/۰۰۷۰۸۵۳۳	Na ⁺ / K ⁺
۶۵/۴۹	۵/۲۳۷	۱/۸۰۷۴۳۷	۳/۴۲۹۴۳	K ⁺ /Na ⁺
۶/۹۷	۰/۱۰۴۳	۰/۱۱۱۵۹۰۳۱	-۰/۰۰۷۲۶۸۷۴	Na ⁺ + K ⁺

شکل ۱- تنوع میان ژنوتیپ‌های تتراپلوئید پنبه مورد بررسی در دو محیط غیر تنش و تنش شوری برای صفات: الف) عملکرد (ب) زودرسی، ج) وزن قوزه، د) میزان قندهای محلول، میزان پروتئین، و) ارتفاع بوته، ز) نسبت پتانسیم به سدیم، ح) میزان پتانسیم در برگ، ط) میزان سدیم در برگ.





شکل ۲- تنوع میان ژنوتیپ‌های تتراپلوئید پنبه مورد بررسی در دو محیط غیر تنش و تنش شوری برای صفات: الف) عملکرد پنبه، ب) وزن میوه، ج) وزن قوزه، د) میزان قندهای محلول، ه) میزان پروتئین، و) ارتفاع بوته، ز) نسبت پتانسیم به سدیم، ح) میزان پتانسیم در برگ، ط) میزان سدیم در برگ.

بحث

تنوع ماده خام برای اصلاح نباتات است و در صورت عدم وجود تنوع طبیعی می‌بایست بدنبال ایجاد تنوع مصنوعی بود (اهدایی، ۱۹۸۸). پس از تفکیک مجموع مربعات تیمار به مولفه‌های آن، صفاتی که واریانس ژنتیکی بالا و در نتیجه قابلیت توارث پذیری عمومی بالایی دارند، واکنش بهتری به انتخاب نشان خواهند داد. نسبت پتاسیم به سدیم (K^+/Na^+) هم برای گونه‌های دیپلوئید و هم برای گونه‌های تتراپلوئید دارای قابلیت توارث بالایی بوده در نتیجه انتخاب برای این صفت که کمتر تحت تاثیر محیط است، بازدهی بالایی خواهد داشت و برای خصوصاً شرایط تنش شوری منجر به انتخاب غیرمستقیم برای عملکرد خواهد گردید. ولی صفاتی چون میزان پرولین و قندهای محلول نمی‌توانند صفات مورد اطمینانی برای انتخاب غیر مستقیم برای عملکرد در شرایط تنش شوری باشند.

همچنین توارث پذیری بالای زودرسی و همبستگی آن با عملکرد با توجه به عادت رشد نامحدود پنبه می‌تواند منجر به قطع رشد رویشی پنبه شده و عملکرد بالا را منجر شود، ژنوتیپ‌هایی که زودرسی بالایی دارند خصوصاً در شرایط تنش شوری عملکرد بالاتری را خواهند داشت. حتی در بعضی موارد پنبه‌های دیپلوئید با توجه به بومی بودن و عدم اصلاح آنها برای عادت رشد یکساله دیده می‌شود که بعضی از توده‌ها در شرایط تنش شوری عملکرد بالاتری از شرایط عدم تنش دارند که این مطلب را می‌توان چنین تفسیر نمود که این توده‌های پنبه نیاز به یک عامل القاء‌کننده قطع رشد رویشی داشته که در شرایط تنش شوری یا خشکی، خود عامل تنش زودرسی را القاء نموده و در مقایسه با شرایط عدم تنش علیرغم وجود تعداد قوزه زیاد، در برخورد با سرما تعداد زیادی از این قوزه‌ها قبل از باز شدن خسارت دیده و باز نمی‌شوند. این مورد را می‌توان به این مطلب ارتباط داد که منشاء اغلب این توده‌ها نواحی خشک و شور کشور بوده، بنابراین در شرایط آب و هوایی مطلوب عادت رشد چند ساله‌ای آنها تقویت شده و در برخورد با سرمای پاییزه قوزه‌ها باز نمی‌شود و عملکرد از این طریق کاهش می‌یابد.

یکی از اهداف استراتژیک در برنامه‌های به نژادی معرفی یک یا چند ژنوتیپ سازگار برای کشت در یک یا چند منطقه است. از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی پاسخ ژنوتیپ‌ها به شرایط مختلف محیطی، مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط است، پایداری عملکرد یک ژنوتیپ از طریق عدم تغییرات قابل ملاحظه اثرات متقابل ژنوتیپ با محیط وقتی که شرایط محیطی ثابت نباشد ارزیابی می‌شود. که در این مورد یا توجه به جداول تجزیه واریانس مرکب در دو مکان تنش شوری و غیر تنش (جدول‌های ۵ و ۸) همانطور که مشاهده می‌شود برای ژنوتیپ‌های تتراپلوئید اثر متقابل ژنوتیپ در محیط بسیار معنی دار گردیده که حاکی از تفاوت بسیار زیاد دو محیط برای ارقام دو گونه تتراپلوئید زراعی پنبه است، ولی برای دیپلوئیدها این اثر معنی دار نگردیده که نشان‌دهنده سازگاری بالای این دو گونه دیپلوئید زراعی به تنش شوری است البته با نظر به منشاء گونه‌های دیپلوئید خصوصاً گونه *G. herbaceum* که مناطق

دارای خشکی، گرما، بادهای شدید و شوری می‌باشد (رمضانی‌مقدم، ۲۰۰۴). این نکته که گونه‌های دیپلوئید منابع ژنتیکی مهمی برای تحمل تنش‌های محیطی به ویژه شوری می‌باشند، روشن می‌شود. همچنین برای صفات دیگر نیز این موضوع تا حدی صادق است مثلاً برای دیپلوئیدها فقط میزان پتاسیم و آن هم در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده ولی برای تتراپلوئیدها علاوه بر عملکرد، زودرسی و نسبت پتاسیم به سدیم تیز معنی‌دار شده است. معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ \times محیط برای زودرسی ارقام تتراپلوئید مبین تاثیر شوری بر میزان زودرسی پنبه‌های تتراپلوئید است. به‌طور کلی در بین گونه‌های زراعی پنبه که مورد بررسی قرار گرفتند توده‌های گونه دیپلوئید *G. herbaceum* از نظر تحمل به شوری برتر از سایر نمونه‌ها بودند. در داخل گونه‌ها نیز تنوع خوبی برای تحمل به شوری و صفات مرتبط با آن مشاهده گردید. صفت K^+/Na^+ یک معیار خوب و مطمئن برای انتخاب غیر مستقیم عملکرد در شرایط تنش شوری خواهد بود.

منابع

1. Ehdai, B., 1988. Plant Breeding. *Shahid Chamran University press*.
2. Gorham, J. 1992. Salt tolerance of plants. *Sci. Progress Oxford*. 76:273-285.
3. Gorham, J. and Young, E.M. 1996. Wild relatives of cotton and rice as sources of stress resistance traits. In: *Proc, Eucarpia Meeting on Tropical Plants. CIRAD, Montpellier, France*. pp:39-52.
4. Jafari, M., 1994. Salinity and Halophytes. *Iranian Research Institute of forest and rangeland Press*.
5. Leidi, E.O. and Saiz, J.F. 1997. Is salinity tolerance related to Na^+ accumulation in upland cotton (*Gossypium hirsutum*) seedlings? *Plant Soil* 190:67-75.
6. Leidi, E.O., Gutenez, J.C. and Stewart, J.M. 1998. Variability in K and Na uptake in wild and commercial *Gossypium hirsutum* seedling under saline conditions. *Proc. World Cot. Conf. Athen, Greece, Sept. 6-12, 1998*. pp:567-570.
7. Pessaraki, M. 1993. Handbook of plant and crop stress. pp: 697. Macel Dekker.
8. Qadir, M. and Shams, M. 1997. Some agronomic and physiological aspect of salt tolerance on cotton (*Gossypium hirsutum*). *J. Agron. Crop Sci.* 179:101-106.
9. Ramazani Moghaddam, M.R., 2004. Evaluation of salinity resistant in diploid cotton landraces. *Proceeding book of 8th Iranian crop production and breeding congress*. Rasht, Iran. 242 pp.
10. Ramazani Moghaddam, M.R., 2002. Evaluation of salinity tolerant in tetraploid cotton genotypes. *Proceeding book of 7th Iranian crop production and breeding congress*. Karaj, Iran. 575 pp.
11. Soil and water research institute. 1996. Plant analysis methods. *Technical handbook - 982*. Vol:1.

Genetic diversity for Na⁺ and K⁺ uptakes and prolin and soluble carbohydrates accumulation in cultivated *Gossypium*'s species under salinity stress

M.R. Ramazani Moghaddam¹, E. Majidi Harvan², M.Azizi³, S.A. Mohammadi⁴, S. Anahid⁵, M. Mahdavi⁶ and M. Zangiabadi⁷

^{1,3}Assistant Prof. of Agriculture and Natural Resources Research Center, Khorasan Razavi, ²Professor, Agricultural Biotechnology Research Institute, Karaj, ⁴Professor, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz University, ^{5,6,7}Experts of Agriculture and Natural Resources Research Center, Khorasan Razavi

Abstract

Among the field crops cotton is the second tolerant crop after barley, in genus *Gossypium* Diploid species with attention its origin have good tolerance to salinity stress. In order to evaluation genetic diversity of salinity tolerance in different species and founding tolerant germplasm in cotton, 28 accessions of four cultivated of *Gossypium* studied in 4 experiments (2 experiments in non stress and 2 experiments in stress condition). We observed high inter specific and intra specific diversity for salt tolerance. Among the evaluated characteristics, we observed high genetic diversity for K⁺ and K⁺/Na⁺ in both polyploidy levels but prolin and soluble sugars accumulation especially had low genetic diversity. *G.herbaceum*'s accession had high salt tolerance than other species. *G.barbadense*'s accessions were sensitive than other species. In general, accession witch have high K⁺/Na⁺ ratio will have high seed cotton yield. Among tetraploid cultivars CREMA (*G.hirsutum*) and for diploid cultivars SORKHEH-SEM NAN were best cultivar in stress condition.

Keywords: Cotton, salinity stress, Inter-specific diversity, Intra-specific diversity