ارزیابی تحمل جو رقم کارون در کویر (*Hordeum vulgare* L.) در رابطه با تنش نسبت‌های آنیونی کلر به سولفات آب آبیاری

مهرنوش اسکندری تربقان[1*]، علی رضا آستارایی[2]، مسعود اسکندری تربقان[1] و علی گنجعلی[3]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۶/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۳/۳)

چکیده

تنش شوری، نقش مهمی در کاهش تولید محصولات زراعی دارد. در اکثر گیاهان، آنیون‌های کلر و سولفات آب و خاک عامل اصلی کاهش رشد و عملکرد هستند. برای ارزیابی شاخص‌های تحمل و حساسیت به کلر و سولفات آب آبیاری و هم‌چنین تأثیر نیتروژن بر عملکرد گیاه جو، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه انجام شد. شاخص‌های کمی مقاومت به تنش مانند: میانگین تولید، شاخص تحمل، میانگین هندسی، شاخص حساسیت به تنش، نسبت کاهش عملکرد و شاخص تحمل به تنش براساس عملکرد گیاه در شرایط بدون تنش و تنش، محاسبه شد. هم‌بستگی شاخص تحمل به تنش با عملکرد دانه و عملکرد کاه و کلش گیاه بیشتر از سایر شاخص‌ها بود. بررسی مقادیر استاندارد شده بتا در معادلات عملکرد دانه و کاه و کلش گیاه با شاخص تحمل به تنش نشان داد که تأثیر کلر نسبت به سولفات بر کاهش تحمل گیاه به تنش شوری بیشتر بود. هم‌چنین نسبت‌های آنیونی ۱: ۳ و ۱: ۲ کلر به سولفات در عملکرد دانه و ۱: ۲ و ۱: ۱ کلر به سولفات در کاه و کلش گیاه، بیشترین مقاومت نسبت به تنش شوری را در مقایسه با شرایط مطلوب ایجاد نمودند که مطالعه نمودار پراکنش نیز آن را تأیید نمود.

واژه‌های کلیدی: جو، نسبت‌های آنیونی کلر به سولفات، تنش شوری، شاخص‌های تحمل به تنش

۱. به ترتیب کارشناس ارشد و عضو هیئت علمی خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، خراسان شمالی، بجنورد

۲. دانشیار خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳. عضو هیئت علمی پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mehrnoosh_eskandary@yahoo.com

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]

مقدمه

تنش شوری یکی از عوامل کاهش قابلیت اراضی برای تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. یون‌های مختلف در محلول خاک دارای ویژگی‌های متفاوتی از نظر جذب و انتقال هستند. جذب کلر توسط ریشه گیاه بیشتر ازسولفات بوده و بنابراین در محلول‌هایی با اسمز مشابه که یون کلر بیشتر از سولفات باشد، خسارت شوری شدیدتر است (۲۳). در گونه‌های وحشی تحمل یا مقاومت به تنش، به صورت بقا در شرایط نامساعد تعریف می‌شود. ولی در گیاهان زراعی واژه مقاومت توانایی تولید در شرایط نامطلوب است (۱۶). در بسیاری از برنامه‌های اصلاحی، عملکرد دانه و ثبات عملکرد در شرایط مختلف محیطی به عنوان معیارهای اصلی انتخاب برای تحمل به تنش منظور می‌شود. ثبات عملکرد به معنای تفاوت اندک بین عملکرد پتانسیل (توان گیاه) و حقیقی گیاه (عملکرد مزرعه) در شرایط محیطی مختلف است (۲۴) که می‌تواند ناشی از شرایط ویژگی ژنتیکی، جبران اجزای عملکرد، تحمل تنش، ظرفیت بازیافت سریع پس از رفع تنش و یا تلفیقی از این عوامل باشد (۲۲). زیاد بودن عملکرد در شرایط تنش می‌تواند ناشی از تحمل زیاد به تنش ویا ظرفیت تولید بالا و یا هر دو مکانیسم باشد (۲۰). برای ارزیابی واکنش گیاهان در شرایط محیطی مختلف و تعیین میزان مقاومت و حساسیت آنها، شاخص‌های گوناگونی ارائه شده است که شاخص‌های تحمل(Tolerance Index)(TOL) و میانگین تولید(Mean Productivity) (MP) دو مورد از آنها می‌باشند (۲۵). شاخص تحمل تفاوت عملکرد گیاه در دو شرایط متفاوت و MP میانگین تولید در شرایط تنش و عدم تنش است. زیاد بودن TOL نشانه حساسیت گیاه به تنش بوده و اساساً انتخاب برمبنای مقادیر کم TOL انجام می‌شود. ولی زیاد بودن MP تحمل بیشتر به تنش را نشان می‌دهد. از دیگر شاخص‌های ارزیابی گیاهان در شرایط محیطی مختلف، شاخص حساسیت به تنش(Stress Susceptibility Index) (SSI) است که در آن عملکرد دانه گیاه تحت شرایط مطلوب و تنش اندازه‌گیری و شدت تنش نیز براساس میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت شرایط مطلوب و تنش تعیین می‌شود. مقادیر کم SSI حاکی از تغییرات کم عملکرد گیاه در شرایط تنش در مقایسه با شرایط عدم تنش و در نتیجه مقاومت بیشتر گیاه است (۲۰).

کاربرد شاخص تحمل به تنش(Stress Tolerance Index) (STI) براساس عملکرد هر گیاه در دو شرایط مطلوب و تنش و مربع میانگین عملکرد تمامی گیاهان مورد آزمایش در شرایط مطلوب است (۱۹). دامنه تغییر STI بین صفر و یک بوده و مقدار آن همواره مثبت می‌باشد. هرچه مقدار STI بیشتر باشد نشانه بیشتربودن مقاومت گیاه به تنش است. در ارزیابی تحمل لاین‌ها و ژنوتیپ‌های گندم به تنش خشکی مشخص شده که هم‌بستگی شاخص تحمل به تنش(STI) با عملکرد گیاه نسبت به سایر شاخص‌ها بیشتر است (۲۴ و۲۶). بررسی تأثیر شوری بر ۸ رقم نخود زراعی نشان داد که نمک‌های NaCl، $CaCl_2$ و Na_2SO_4 به نسبت ۱:۲:۷ در هدایت الکتریکی به ترتیب ۴ ، ۶ و ۸ دسی سیمنز بر متر بایومس و عملکرد گیاهان را کاهش و قند محلول، آمینواسید و پروتئین آنها را افزایش دادند (۲۷). هم‌چنین شاخص STI در این مطالعه به عنوان بهترین شاخص در ارزیابی ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری معرفی شد (۲۷). مطالعه تأثیر تنش شوری در شرایط مزرعه بر خصوصیات مختلف ۲۶ رقم گندم ایرانی و خارجی نشان داد که شاخص مقاومت به شوری (نسبت عملکرد دانه در محیط شور به عملکرد دانه در محیط غیرشور) با صفت عملکرد دانه در محیط شور هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری داشت (۷). به منظور مطالعه آثار تنش شوری بر صفات کمی و کیفی ارقام کلزای پاییزه، تعیین مکانیزم‌های احتمالی تحمل به شوری و شناسایی بهترین شاخص مقاومت، آزمایشی با تیمارهای ترکیبی از ۳ واریته (زرفام، سرز و اکاپی)، دو نوع نمک (کلرید سدیم و کلرید کلسیم) و چهار میزان شوری (۱۲، ۸، ۴ و صفر دسی زیمنس بر متر) انجام شد. نتایج نشان داد که افزایش شوری اثر منفی معنی‌داری بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد خورجین خوشه اصلی و فرعی، تعداد دانه در خورجین خوشه اصلی و

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]

فرعی، طول خورجین در خوشه اصلی و فرعی، عملکرد روغن و عملکرد پروتئین داشته (P<۰/۰۰۱) و صفات مذکور به ترتیب ۹۲/۴٪، ۶۷٪، ۸۵/۵٪، ۸۶/۳٪، ۷۲/۹۶٪، ۷۲/۸٪، ۷۷/۰۳٪، ۷۶/۹٪، ۶۸/۴۲٪ و ۴۰/۱۵٪ کاهش را نشان دادند (۶). رقم زرفام در کلیه صفات بالاترین مقادیر را به استثنای عملکرد روغن دارا بود. تجزیه داده‌ها هم چنین نشان داد که شوری میزان پرولین، پروتئین و قند ارقام را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد (P<۰/۰۰۱). بیشترین غلظت قند و پروتئین در تیمار شاهد و کمترین آنها در تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید. در مقابل با افزایش شوری غلظت پرولین نیز افزایش یافت. بر اساس شاخص‌های مقاومت STI ، MP و GMP رقم زرفام در بالاترین سطح قرار داشت و به عنوان رقم مقاوم شناخته شد (۶). در ارزیابی تحمل به شوری ارقام تجاری و امیدبخش نیشکر در شروع رشد رویشی با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل به تنش میزان تحمل به شوری هفت رقم تجاری و امیدبخش نیشکر در مرحله ابتدای رشد رویشی با استفاده از غلظت‌های صفر (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد نمک کلرید سدیم (NaCl) از طریق شاخص‌های مختلف تحمل به تنش و ترسیم نمودارهای سه بعدی و بای پلات پراکنش ژنوتیپ‌ها و شاخص‌ها ارزیابی شدند(۵). با بررسی شاخص‌های مختلف برای عملکرد وزن خشک ارقام نیشکر، مشخص شد که ژنوتیپ NCO-310 دارای پتانسیل تولید ماده خشک بالا در تمامی سطوح تنش بود. علاوه بر این رقم CP82-1592 در شدت تنش‌های متوسط و زیاد پتانسیل تولید ماده خشک نسبتاً بالا و حساسیت کم و تحمل زیاد به تنش شوری را دارا بود. بر اساس شاخص تحمل به تنش (STI) به عنوان بهترین شاخص گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش و با عملکرد بالا، می‌توان نتیجه گرفت که رقم تجاری NCO-310 و رقم امیدبخش CP82-1592 در کلیه سطوح تنش از جمله متحمل‌ترین ارقام بودند(۵).

هدف از این مطالعه ارزیابی مناسب‌ترین ترکیب آنیونی در آب آبیاری با استفاده از شاخص‌های کمی تحمل به تنش در شرایط شوری برای گیاه جو و ارائه معادله مناسب برای حداکثر عملکرد جو در شرایط تنش شوری ناشی از غالبیت یون‌های کلر وسولفات می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی ۶ نسبت آنیونی کلر به سولفات شامل شاهد (C_0S_0)، نسبت ۱:۱(C_1S_1)، نسبت ۲:۱(C_1S_2)، نسبت ۳:۱ (C_1S_3)، نسبت ۱:۲ (C_2S_1) و نسبت ۱:۳ (C_3S_1) با استفاده از نمک های سولفات کلسیم و کلرید کلسیم و ۲ مقدار نیتروژن (۷۵ (N_1) و۱۵۰ (N_2) کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانهٔ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مطالعه شد. علاوه بر این، برای مقایسهٔ سطوح کود نیتروژن و تعیین شاخص‌های کمی تحمل به تنش، ازیک شاهد (بدون اعمال کود نیتروژن و نسبت‌های آنیونی کلر به سولفات) نیز با سه تکرار استفاده شد. جعبه‌های پلاستیکی با ابعاد ۳۲× ۳۶×۳۶ سانتی‌متر با ۲۰ کیلوگرم خاک پر شده و به عنوان بستر کاشت استفاده شد (جدول ۱). نیتروژن مورد نیاز به صورت فسفات دی آمونیوم بر اساس نیاز گیاه جو به فسفر(۶۰ کیلوگرم در هکتار) برای هر جعبه محاسبه و قبل از کشت به خاک اضافه شد. با توجه به مقدار ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، مقادیر کود بر اساس ۲۰ کیلوگرم خاک برای هرجعبه ۱/۶ و ۳/۲ گرم مصرف شد. باقی‌مانده کود نیتروژن مورد نیاز تا سطح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با استفاده از کود اوره به صورت سرک در طول دورهٔ رشد گیاهان، طی دو مرحله به جعبه‌ها اضافه شد. تعداد ۳۰ عدد بذر ضد عفونی شده جو رقم اصلاح شده کارون درکویر به صورت جوی و پشته کشت و در طول دورهٔ رشد گیاه، آبیاری با آب شور شش دسی سیمنز بر متر و نسبت‌های متفاوت آنیونی کلر به سولفات انجام شد. هم‌چنین نیاز آبی گیاه جو(نیاز خالص آبیاری برای گیاه جو توسط نرم‌افزار Netwat ، ۲۵۱۰ متر مکعب در هکتار در نظر گرفته شد که هر ده روز به گیاهان داده شد.) توسط نرم‌افزارNetwat محاسبه

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]

جدول ۱. خصوصیات خاک قبل از شروع آزمایش

بافت	pH	EC	N	P	K	Ca	Mg	Na	SAR	Fe	Mn	Zn	Cu	$CaCO_3$
—	—	dSm^{-1}	٪	$mg\ kg^{-1}$		$meql^{-1}$			-	$mg\ kg^{-1}$				٪
لوم	۷/۶	۱/۸	۰/۰۴۳	۳/۵	۱۸۵	۳/۵	۲/۵	۸/۷	۵	۷/۴	۲۰	۰/۴۵	۰/۶۶	۱۵/۵

گردید(۴). مقدار نمک مورد نیاز برای تهیه آب شور بر اساس محاسبهٔ اکی والان این نمک‌ها و با حل کردن مقادیر مشخصی از نمک‌های سولفات کلسیم و کلرید کلسیم در آب برای هر دور آبیاری (۱۰ روزه) گیاهان محاسبه و پس از گذشت ۱۰ روز از تاریخ کاشت، اولین دور آبیاری با آب شور انجام شد. یک ماه پس از کاشت، گیاهچه‌های موجود تنک شده و ۱۶ عدد نگه‌داری شد. در طول دورهٔ رشد گیاه برای مبارزه با شته سبز و مینوز سه نوبت سم پاشی انجام شد. پس از مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، در پایان دوره رشد (۱۲۰ روز پس از کاشت) صفاتی مانند عملکرد کاه و کلش و دانه در جعبه اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس گیاهان از سطح خاک برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. داده‌های حاصل با نرم افزار MSTAT-C تجزیه آماری و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۰/۰۵ مقایسه شد.

با توجه به عملکرد دانه و عملکرد کاه و کلش در شرایط تنش و مطلوب، شاخص‌های مختلف حساسیت و مقاومت به شوری براساس فرمول‌های موجود محاسبه شد (۱۶، ۱۷، ۱۹ و۲۵). ضرایب هم‌بستگی آنها با عملکرد نیز با کمک نرم‌افزار MSTAT–C محاسبه گردید. برای تعیین روابط بین تیمارها و رسم نمودارهای پراکنش از نرم‌افزار STATISTICA استفاده شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (بای پلات)، تجزیه خوشه‌ای، نمودار دندروگرام و معادله رگرسیون چند متغیره نیز به وسیله نرم افزارآماری JMP انجام گرفت.

$$TOL = Y_p - Y_s \quad [۱]$$

$$MP = \frac{Y_s + Y_p}{۲} \quad [۲]$$

$$GMP = \sqrt{Y_s . Y_P} \quad [۳]$$

$$Y_r = ۱ - (Y_s / Y_p) \quad [۴]$$

$$SSI = ۱ - (Y_s / Y_p) / D \quad [۵]$$

$$D = ۱ - \frac{\overline{Y}_s}{\overline{Y}_p} \quad [۶]$$ شدت یا سختی تنش محیطی

$$STI = \frac{Y_s . Y_p}{(\overline{Y}_p)^۲} \quad [۷]$$

در روابط فوق Ys و Yp به ترتیب عملکرد دانه و عملکردکاه و کلش در شرایط تنش نسبت‌های آنیونی کلر به سولفات آب آبیاری و بدون تنش و $\overline{Y}_s$ و $\overline{Y}_p$ نیز به ترتیب میانگین عملکرد دانه و کاه و کلش گیاه در شرایط تنش و بدون تنش نسبت‌های آنیونی است.

نتیجه و بحث

عملکرد دانه در جعبه، تحت تأثیر نسبت‌های کلر به سولفات در تمامی تیمارها، نسبت به شاهد بیشتربود ($P<۰/۰۱$). حداکثر این افزایش در دو تیمار $C_۱S_۳$ و $C_۱S_۲$ به ترتیب با ۵۲/۴ و ۳۹/۴ درصد بود. حداقل افزایش مربوط به تیمار $C_۳S_۱$ بود که نسبت به شاهد ۲۰/۸ درصد بیشتر بود (جدول ۲). مطالعه شوری خاک و نوع نمک براستقرار اولیه و رشد گیاهانی نظیر آتریپلکس(*Atriplex canescens*)، هالیمون(*Halimion verrucifera*)، ... نشان داد که عملکرد تمامی گونه ها در نمک سولفات بیشتر از تیمارهای نمک کلرور بود (۱۲). تفاوت کاه و کلش گیاه با شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی معنی دار نبود(جدول ۳).

تفاوت حداکثر و حداقل عملکرد دانه با کاربرد نیتروژن تغییر کرد به طوری که در تیمارهای $C_۱S_۳N_۲$ و $C_۰S_۰N_۱$ به ترتیب با ۴۵/۴ و ۲۷/۶ درصد افزایش و کاهش نسبت به شاهد

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]

جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد دانه در جعبه (گرم) و شاخص‌های کمی تحمل به تنش

تیمار	عملکرد دانه (گرم)	TOL	MP	GMP	Yr	SSI	STI
C_0S_0	۱۱/۶۵^{d}	−۲۴۸۳^{bc}	۱۰۴۱۰^{e}	۱۰۲۷۰^{d}	−۰/۲۷۰۷^{b}	−۱۰/۰۵^{b}	۰/۶۶۵۴^{d}
C_1S_1	۱۶/۲۲^{ab}	−۷۰۵۰^{e}	۱۲۶۹۰^{c}	۱۲۱۹۰^{c}	−۰/۷۶۸۳^{d}	−۱۴/۳۸^{d}	۰/۹۲۵۷^{ab}
C_1S_2	۱۴/۵۲^{c}	−۵۳۵۰^{d}	۱۱۸۴۰^{d}	۱۱۵۳۰^{c}	−۰/۵۸۳۰^{c}	−۱۲/۷۶^{c}	۰/۸۲۸۵^{c}
C_1S_3	۱۵/۰۵^{bc}	−۱۰۵۰^{ab}	۱۴۵۳۰^{b}	۱۴۵۰۰^{b}	−۰/۰۷۴۵۰^{a}	−۰/۳۱۹۳^{a}	۰/۸۵۶۸^{bc}
C_2S_1	۱۷/۵۸^{a}	−۳۵۸۳^{c}	۱۵۷۹۰^{a}	۱۵۶۸۰^{a}	−۰/۲۵۵۵^{b}	−۱/۰۹۰^{a}	۱/۰۰۲^{a}
C_3S_1	۱۴/۳۰^{c}	−۳۰۰/۰^{a}	۱۴۱۵۰^{b}	۱۴۱۴۰^{b}	−۰/۰۲۱۳۳^{a}	−۰/۰۹۰۸۳^{a}	۰/۸۱۴۸^{c}
±Sd	۲/۳۷۵۶۳	۲۸۰۷/۲۷	۱۹۶۳/۴۶	۲۰۱۱/۴۰	۰/۳۰۶	۶/۲۸۱	۰/۱۳۵

*: اعداد هر ستون که حداقل یک حرف مشابه دارند، مطابق آزمون دانکن ($P \leq$ ۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳. مقایسه میانگین عملکرد کاه و کلش گیاه (گرم) و شاخص‌های کمی تحمل به تنش

تیمار	عملکرد کاه (گرم)	TOL	MP	GMP	Yr	SSI	STI
C_0S_0	۱۶۲۰۰^{a}	−۶۶۶/۷^{ab}	۱۵۸۷۰^{b}	۱۵۸۵۰^{b}	۰/۰۳۲^{ab}	−۰/۲۱۲۰^{ab}	۰/۵۹۹۰^{b}
C_1S_1	۱۶۸۰۰^{a}	−۱۲۶۷^{b}	۱۶۱۷۰^{b}	۱۶۱۵۰^{b}	۰/۰۷۴۵^{a}	−۰/۴۰۳۰^{b}	۰/۶۲۱۲^{b}
C_1S_2	۱۶۰۴۰^{a}	−۵۰۸/۳^{ab}	۱۵۷۹۰^{b}	۱۵۷۸۰^{b}	۰/۰۲۸۳۳^{ab}	−۰/۱۶۱۷^{ab}	۰/۵۹۳۲^{b}
C_1S_3	۱۸۰۰۰^{a}	−۱۰۰/۰^{ab}	۱۷۹۵۰^{a}	۱۷۹۴۰^{a}	۰/۰۰۲^{ab}	−۰/۰۴۰۱۷^{ab}	۰/۷۶۷۰^{a}
C_2S_1	۱۸۰۳۰^{a}	−۱۳۳/۳^{ab}	۱۷۹۷۰^{a}	۱۷۹۶۰^{a}	۰/۰۰۲۶۶۷^{ab}	−۰/۰۵۳۵^{ab}	۰/۷۶۸۳^{a}
C_3S_1	۱۶۸۸۰^{a}	۱۰۱۷^{a}	۱۷۳۹۰^{a}	۱۷۳۸۰^{a}	−۰/۰۶۳۵^{b}	−۰/۴۰۸۰^{a}	۰/۷۱۹۳^{a}
Sd±	۱۳۵۶/۸۹	۱۳۰۷/۴۰	۱۱۰۱/۵۴	۱۱۰۳/۲۵	۰/۰۷۸۷	۰/۴۷۴۴	۰/۰۸۸۶

*: اعداد هر ستون که حداقل یک حرف مشابه دارند، مطابق آزمون دانکن ($P \leq$ ۰/۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند.

معنی‌دار بود (جدول ۴). تیمار $C_1S_3N_1$، ۳۳/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش و فاقد تفاوت معنی‌دار با تیمار بیشترین بود (جدول ۴). حداکثر و حداقل عملکرد کاه و کلش گیاه در تیمار $C_1S_2N_2$ و $C_0S_0N_1$ مشاهده شد که نسبت به شاهد به ترتیب ۸/۷ و۲۴/۲ درصد کاهش نشان داد (جدول ۵). حداکثر کاهش عملکرد کاه و کلش گیاه در سایر تیمارهای آزمایشی و فاقد تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به ترتیب $C_1S_1N_2$ (۱۱/۶)، $C_0S_0N_2$ (۱۲/۶)، $C_2S_1N_2$ (۱۴/۴)، $C_1S_3N_2$(۱۵/۲)، $C_1S_2N_1$ (۱۷/۱)، $C_1S_1N_1$ (۱۷/۶)، $C_1S_3N_1$ (۱۹/۳)، $C_3S_1N_2$ (۲۰/۷)، $C_3S_1N_1$ (۲۱/۶) و $C_2S_1N_1$ (۲۱/۷)درصد نسبت به شاهد بود (جدول ۵).

مطالعه واکنش گندم به نسبت‌های کلر به سولفات (۲:۱ ، ۱:۱ و ۱:۲) در دو سطح نیتروژن ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نشان داد که افزایش مقدار کود نیتروژن در خاک‌هایی با نسبت‌های کلر به سولفات ۲:۱ و ۱:۱ توانسته است تأثیر مثبتی در افزایش وزن ماده خشک شاخسار این گیاه داشته باشد (۱).

مقایسه میانگین نسبت های کلر به سولفات (جدول ۲) در رابطه با شاخص‌های کمی تحمل به تنش نشان داد که حداقل حساسیت گیاه به تنش شوری با توجه به شاخص‌هایTOL و SSI در تیمارهای C_1S_1 و C_1S_2 و حداکثر آن در تیمار C_3S_1 مشاهده گردید. بالاترین مقدار شاخص‌هایMP ، GMP وSTI به ترتیب متعلق به تیمارهای C_2S_1 وC_1S_3 بودند و حداقل در تیمار C_0S_0 بود.

مقایسه میانگین عملکرد کاه و کلش گیاه در رابطه با

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]

جدول ۴. مقایسه میانگین شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش عملکرد دانه (گرم)

تیمار	عملکرد دانه (گرم)	TOL	MP	GMP	Yr	SSI	STI
$C_0S_0N_1$	۹/۱۶۷^{f}	۰^{a}	۹۱۶۷^{h}	۹۱۶۱^{g}	۰^{ab}	−۷/۶۹۱^{c}	۰/۵۲۲۷^{f}
$C_0S_0N_2$	۱۴/۱۳۳^{de}	−۴۹۶۷^{de}	۱۱۶۵۰^{g}	۱۱۳۸۰^{f}	−۰/۵۴۱۳^{e}	−۱۲/۴۰^{d}	۰/۸۰۶۳^{e}
$C_1S_1N_1$	۱۵/۵۷^{bcd}	−۶۴۰۰^{ef}	۱۲۳۷۰^{fg}	۱۱۹۴۰^{ef}	−۰/۶۹۷۳^{fg}	−۱۳/۷۶^{e}	۰/۸۸۸۷^{bcd}
$C_1S_1N_2$	۱۶/۸۷^{ab}	−۷۷۰۰^{f}	۱۳۰۲۰^{ef}	۱۲۴۳۰^{e}	−۰/۸۳۹۳^{g}	−۱۴/۹۹^{f}	۰/۹۶۲۷^{ab}
$C_1S_2N_1$	۱۴/۶۰^{cde}	−۵۴۳۳^{de}	۱۱۸۸۰^{g}	۱۱۵۶۰^{f}	−۰/۵۹۲۰^{ef}	−۱۲/۸۴^{de}	۰/۸۳۳۳^{cde}
$C_1S_2N_2$	۱۴/۴۳^{cde}	−۵۲۶۷^{de}	۱۱۸۰۰^{g}	۱۱۵۰۰^{f}	−۰/۵۷۴۰^{ef}	−۱۲/۶۸^{de}	۰/۸۲۳۷^{de}
$C_1S_3N_1$	۱۴/۰^{de}	۰^{a}	۱۴۰۰۰^{d}	۱۳۹۹۰^{d}	۰/۰۰۰۳۳^{ab}	$-۲/۴\times۱۰^{-۹a}$	۰/۷۹۷۷^{de}
$C_1S_3N_2$	۱۶/۱۰^{bc}	−۲۱۰۰^{bc}	۱۵۰۵۰^{bc}	۱۵۰۱۰^{bc}	−۰/۱۴۹۳^{bc}	−۰/۶۳۸۷^{ab}	۰/۹۱۶۰^{bc}
$C_2S_1N_1$	۱۶/۷۳^{b}	−۲۷۳۳^{c}	۱۵۳۷۰^{b}	۱۵۳۰۰^{b}	−۰/۱۹۴۷^{cd}	−۰/۸۳۱۰^{ab}	۰/۹۵۳۳^{b}
$C_2S_1N_2$	۱۸/۴۳^{a}	−۴۴۳۳^{d}	۱۶۲۲۰^{a}	۱۶۰۶۰^{a}	−۰/۳۱۶۳^{d}	−۱/۳۴۹^{b}	۱/۰۵۱^{a}
$C_3S_1N_1$	۱۵۰۳۰^{cde}	−۱۰۳۳^{ab}	۱۴۵۲۰^{cd}	۱۴۵۱۰^{cd}	−۰/۰۷۳۳۳^{abc}	−۰/۳۱۳۷^{ab}	۰/۸۵۶۷^{cde}
$C_3S_1N_2$	۱۳/۵۷^{e}	−۴۳۳/۳^{a}	۱۳۷۸۰^{de}	۱۳۷۸۰^{d}	۰/۰۳۰۶۷^{a}	۰/۱۳۲۰^{a}	۰/۷۷۳۰^{e}
±Sd	۲/۳۷۵۶۳	۲۸۰۷/۲۷	۱۹۶۳/۴۶	۲۰۱۱/۴۰	۰/۳۰۶	۶/۲۸۱	۰/۱۳۵

*: اعداد هر ستون که حداقل یک حرف مشابه دارند، مطابق آزمون دانکن ($P \leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۵. مقایسه میانگین شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش عملکرد کاه و کلش (گرم)

تیمار	عملکرد کاه (گرم)	TOL	MP	GMP	Yr	SSI	STI
$C_0S_0N_1$	۱۵/۵۳^{d}	−۰/۰۰۳^{ab}	۱۵۵۳۰^{d}	۱۵۵۱۰^{d}	−۰/۰۱۳۶۷^{ab}	۰^{ab}	۰/۵۷۴۳^{d}
$C_0S_0N_2$	۱۶/۸۷^{abcd}	−۱۳۳۳^{b}	۱۶۲۰۰^{cd}	۱۶۱۸۰^{cd}	۰/۰۷۷۶۷^{a}	−۰/۴۲۴۰^{b}	۰/۶۲۳۷^{cd}
$C_1S_1N_1$	۱۶/۹۷^{abcd}	−۱۴۳۳^{b}	۱۶۲۵۰^{cd}	۱۶۲۳۰^{cd}	۰/۰۸۴^{a}	−۰/۴۵۶۰^{b}	۰/۶۲۷۳^{cd}
$C_1S_1N_2$	۱۶/۶۳^{bcd}	−۱۱۰۰^{b}	۱۶۰۸۰^{cd}	۱۶۰۷۰^{cd}	۰/۰۶۵^{a}	−۰/۳۵^{b}	۰/۶۱۵۰^{d}
$C_1S_2N_1$	۱۶/۰۳^{cd}	−۵۰۰^{b}	۱۵۷۸۰^{d}	۱۵۷۷۰^{d}	۰/۰۲۷۳۳^{a}	−۰/۱۵۹۰^{b}	۰/۵۹۲۷^{d}
$C_1S_2N_2$	۱۶/۰۵^{cd}	−۵۱۶/۷^{b}	۱۵۷۹۰^{d}	۱۵۷۸۰^{d}	۰/۰۲۹۳۳^{a}	−۰/۱۶۴۳^{b}	۰/۵۹۳۷^{d}
$C_1S_3N_1$	۱۷/۹۰^{abc}	۰^{ab}	۱۷۹۰۰^{ab}	۱۷۸۹۰^{ab}	−۰/۰۰۶^{ab}	−۰/۰۰۰۴۹^{ab}	۰/۷۶۲۷^{ab}
$C_1S_3N_2$	۱۸/۱۰^{ab}	−۲۰۰^{ab}	۱۸۰۰۰^{ab}	۱۸۰۰۰^{ab}	۰/۰۱^{ab}	−۰/۰۸۰۳۳^{b}	۰/۷۷۱۳^{a}
$C_2S_1N_1$	۱۸/۷۰^{a}	−۸۰۰^{b}	۱۸۳۰۰^{a}	۱۸۲۸۰^{a}	۰/۰۳۸۳۳^{a}	−۰/۳۲۱۰^{b}	۰/۷۹۶۷^{a}
$C_2S_1N_2$	۱۷/۳۷^{abcd}	۵۳۳/۳^{ab}	۱۷۶۳۰^{ab}	۱۷۶۳۰^{ab}	−۰/۰۳۳^{ab}	۰/۲۱۴۰^{ab}	۰/۷۴^{ab}
$C_3S_1N_1$	۱۷/۵۳^{abcd}	۳۶۶/۷^{ab}	۱۷۷۲۰^{ab}	۱۷۷۱۰^{ab}	−۰/۰۲۲۶۷^{ab}	۰/۱۴۷^{ab}	۰/۷۴۷۰^{ab}
$C_3S_1N_2$	۱۶/۲۳^{bcd}	۱۶۶۷^{a}	۱۷۰۷۰^{bc}	۱۷۰۴۰^{bc}	−۰/۱۰۴۳^{b}	۰/۶۶۹۰^{a}	۰/۶۹۱۷^{bc}
±Sd	۱/۳۵۶۸۹	۱۳۰۷/۴۰	۱۱۰۱/۵۴	۱۱۰۳/۲۵	۰/۰۷۸۷	۰/۴۷۴۴	۰/۰۸۸۶

*: اعداد هر ستون که حداقل یک حرف مشابه دارند، مطابق آزمون دانکن ($P \leq ۰/۰۵$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]

شاخص‌های کمی تحمل به تنش (جدول ۳) نیز نشان داد که تیمارهای C_3S_1 و C_1S_1 به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین تیمارها به تنش شوری با توجه به شاخص TOL و SSI بودند، و مقایسه سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نشان نداد.

در بررسی شاخص‌های MP، GMP و STI روندی مشابه مشاهده شد (جدول۳)، به طوری که سه تیمار C_2S_1 ، C_1S_3 و C_3S_1 بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر، بالاترین مقادیر را دارا بودند.

براساس نتایج، پایین‌ترین و بالاترین مقادیر TOL برای عملکرد دانه، به ترتیب برای تیمارهای $C_1S_1N_2$، $C_1S_1N_1$ حداکثر و در تیمارهای $C_0S_0N_1$، $C_1S_2N_1$ و $C_3S_1N_2$ حداقل بود (جدول۴). بالاترین شاخص MP برای تیمار $C_2S_1N_2$ در عملکرد دانه، پایین‌ترین مقدار شاخصMP در $C_0S_0N_1$ و $C_0S_0N_2$، $C_1S_2N_2$ و $C_1S_2N_1$ مشاهده شد (جدول ۴). شاخص‌های GMP و STI مشابه شاخص MP از روند تغییرات مشابهی برخوردار بودند (جدول ۴). پایین‌ترین نسبت کاهش عملکرد (Yr) با توجه به جدول ۴ به ترتیب در تیمارهای $C_1S_1N_2$ و $C_1S_1N_1$، $C_1S_2N_1$ و $C_1S_2N_2$ ملاحظه شد. مقایسهٔ شاخص SSI (جدول۳) دارای روند تغییرات مشابهی با نسبت کاهش عملکرد دانه بود. عده ای از محققان (۱۰ و ۱۳) عقیده دارند بهترین شاخص برای تفکیک حساسیت نسبی گیاهان در تنش‌ها از جمله خشکی، شاخصی است که با و بدون تنش با عملکرد دانه همبستگی نسبتاً بالایی نشان دهد .

پایین‌ترین مقدار TOL برای عملکرد کاه و کلش گیاه در تیمارهای $C_1S_1N_1$ و $C_0S_0N_2$، و بالاترین در تیمار $C_3S_1N_2$ بود (جدول۵). حداکثر مقدار برای شاخص‌هایMP،GMP و STI در عملکرد کاه و کلش گیاه نیز در تیمار $C_2S_1N_1$ مشاهده گردید (جدول۵).

پایین‌ترین نسبت کاهش عملکرد (Yr) در تیمار $C_3S_1N_2$ مشاهده گردید (جدول ۴). مقایسه نتایج نشان داد روند تغییرات شاخصSSI نیز مشابه تغییرات کاهش کاه و کلش گیاه جو بود.

داده‌ها در جدول۶ بیانگر آن است که شاخص‌های MP، GMP و STI با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته ولی با شاخص‌های TOL، Yr و SSI این همبستگی معنی‌داری نبوده است. ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی در چند ژنوتیپ جو بهاره نشان داد ضرایب همبستگی این شاخص‌ها با یکدیگر در موردMP ، GMP و STI در شرایط تنش و بدون تنش بسیار معنی‌دار شد (۸)، با توجه به این که شاخص STI با شاخص‌هایMP و GMP همبستگی معنی‌دار داشت و نیز این که این شاخص به طور مؤثر ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها تفکیک کرد، بنابراین به عنوان مناسب‌ترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی شد (۸).

نتایج آزمایش هم‌چنین نشان داد که هم‌بستگی عملکرد دانه و شاخص STI در تیمارهای C_1S_3 و C_1S_2 یعنی نسبت بالاتر سولفات بیشتر بوده لیکن این نسبت در کاه وکلش گیاه و قدرت تحمل نسبت به تنش شوری قدری کاهش داشته به طوری که نسبت‌ها از C_1S_3 و C_1S_2 به C_1S_2 و C_1S_1 تغییر یافته است (جداول ۲ و ۳).

رابطه بین مقادیر کلر، سولفات و نیتروژن با شاخص STI ، که بالاترین ضریب هم‌بستگی با عملکرد دانه (r^2=۱) و سایر شاخص‌ها را داراست، در معادله ۱ مشخص شده است.

$$STI = ۰/۴۸۳ + ۰/۰۲۳\ Cl + ۰/۰۸۹۳\ SO_4^{=} + ۰/۶۰۸\ N \quad (r^2 = ۰/۷۳۵) \qquad [۱]$$

این معادله تأثیر مثبت این سه پارامتر بر مقدار STI و در نتیجه افزایش مقاومت گیاه در عملکرد دانه به تنش شوری را نشان می‌دهد. هم‌چنین بررسی مقادیر استاندارد شده بتا (Std Beta) نشان داد که برای افزایش مقدار STI به ترتیب سولفات، سپس نیتروژن و نهایتاً کلر دارای اهمیت و تأثیر می‌باشند. در مطالعه‌ای دو ساله روی گندم، معادله رگرسیون خطی برای عملکرد دانه با شاخص STI به دست آمد که از هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری برای عملکرد با شاخص STI (به ترتیب ۸۷ و ۸۸ درصد برای سال اول و دوم آزمایش)

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]

جدول ۶ . ضرایب هم‌بستگی ساده بین عملکرد کاه و کلش و دانه درجعبه با شاخص‌های مختلف

	Tol	MP	GMP	Yr	SSI	STI
عملکرد کاه و کلش (گرم درجعبه)	-۰/۰۹۲	۰/۸۶۹**	۰/۸۷۰**	-۰/۰۵۱	-۰/۳۴۸	۰/۸۷۴**
عملکرد دانه (گرم در جعبه)	-۰/۲۸۷	۰/۶۸۱*	۰/۶۲۰*	-۰/۱۰۴	-۰/۸۹۶**	۱

* و **: به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است.

برخوردار بود (۲۱).

ارتباط بین مقادیر کلر، سولفات و نیتروژن با شاخص STI، که بالاترین ضریب هم‌بستگی با عملکرد کاه و کلش گیاه (r^2=۰/۸۷۴) در بین سایر شاخص‌ها را دارا بود در معادله ۲ مشخص شده است.

$$STI=۰/۳۷۶ - ۰/۰۰۸۹\ Cl + ۰/۰۱۰\ SO_4^{=} + ۰/۱۰۵\ N \quad (r^2=۰/۷۳۳) \quad [۲]$$

این معادله تأثیر مثبت دو پارامتر سولفات و نیتروژن بر مقدار STI و در نتیجه افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری را نشان می‌دهد. کلر بر خلاف دو پارامتر فوق باعث کاهش عملکرد کاه و کلش گیاه در رابطه با تنش شوری گردید. هم‌چنین بررسی مقادیر استاندارد شده بتا نشان داد که افزایش سه ویژگی خاکی در مقدار شاخص STI به ترتیب $N>SO_4^{=}>Cl^-$ بوده است.

نمودار سه بعدی اشکال ۱ و ۲ رابطه بین سه متغیر، عملکرد در شرایط تنش (Ys)، عملکرد در شرایط بدون تنش (Yp) و STI را در ارتباط با عملکرد دانه و کاه و کلش گیاه نشان می‌دهد. در نمودار پراکنش سه بعدی با تقسیم‌بندی سطح پایین نمودار (سطح X با Y) به چهار قسمت مساوی تیمارها به چهار گروه مجزا دسته‌بندی شدند. گروه (A) تیمارهایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بالایی بودند، گروه (B) تیمارهایی که در محیط بدون تنش دارای عملکرد بالا و در محیط تنش دارای عملکرد پایین بودند، گروه (C) تیمارهایی که در محیط تنش دارای عملکرد بالا و در محیط بدون تنش دارای عملکرد پایین بودند وگروه (D) تیمارهایی که در هر دو محیط دارای عملکرد پایین بودند.

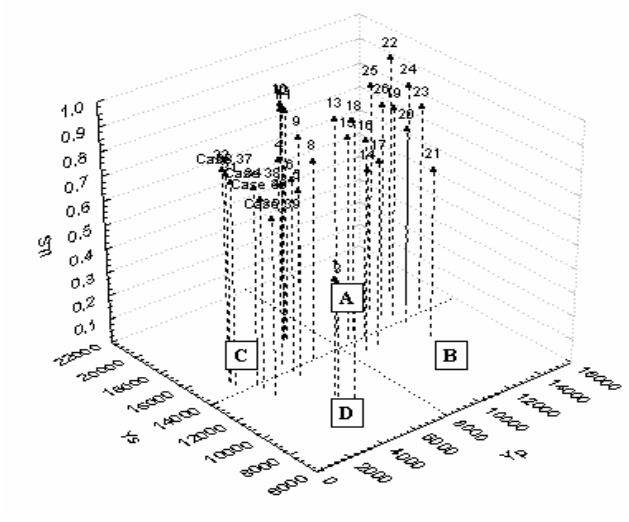
بهترین شاخص برای تعیین مقاومت به تنش آن است که بتواند گروه A را از سایر گروه‌ها جدا کند (۲۳). نتایج حاصل از ارزیابی نمودار (شکل ۱) نشان می‌دهد که تیمارهای C_1S_3 ، C_1S_2 و C_2S_1 در گروه A و تیمار شاهد C_0S_0 درگروه D قرار دارند. کاربرد نمودار پراکنش سه بعدی برای تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها درگیاهان توسط محققان مختلف گزارش شده است (۹، ۱۸ و۲۴). شکل ۲ نمودار پراکنش بین عملکرد کاه و کلش گیاه در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص STI را نشان می‌دهد. تمامی تیمارهای آزمایش در نمودار تنها به دو گروه A و B تعلق داشتند. تیمارهای C_1S_1 و C_1S_2 در گروه A و سایر تیمارهای آزمایش با توجه به دو شاخص فوق در گروه B قرار گرفتند. نتایج نمودارها برای سه شاخص MP ، GMP و SSI از همین روند پیروی نمود.

نمودار پراکنش سه بعدی تنها رابطه سه متغیر را بررسی می‌کند لذا در این آزمایش از نمودار چند متغیره بای پلات برای خلاصه کردن ماتریس داده‌های چند متغیره و ارائه آنها به صورت قابل تفسیر استفاده شد. بر این اساس ابتدا ماتریس داده‌های مربوط به شاخص‌های مقاومت به خشکی (جدول ۷) به ۶ مؤلفه تقسیم گردید. بیشترین تغییرات بین داده‌ها برای عملکرد دانه (جدول۷) و عملکرد کاه و کلش (جدول ۸) توسط دو مؤلفه اول (به ترتیب ۹۹/۸ و ۹۹/۴درصد) بیان شد و حذف سایر مؤلفه‌ها تأثیر چندانی در میزان تغییرات نداشت، بنابراین نمودار مربوطه تأثیر این دو مؤلفه را به خوبی نمایش می‌دهد. داده‌های آزمایش به صورت نقاط در شکل ۳ نشان داده شده‌اند. مؤلفه اول بیشترین درصد از کل واریانس‌ها را شامل گردید و هم‌بستگی مثبت و بالایی با عملکرد در شرایط تنش و شاخص‌های MP، GMP و STI نشان داد.

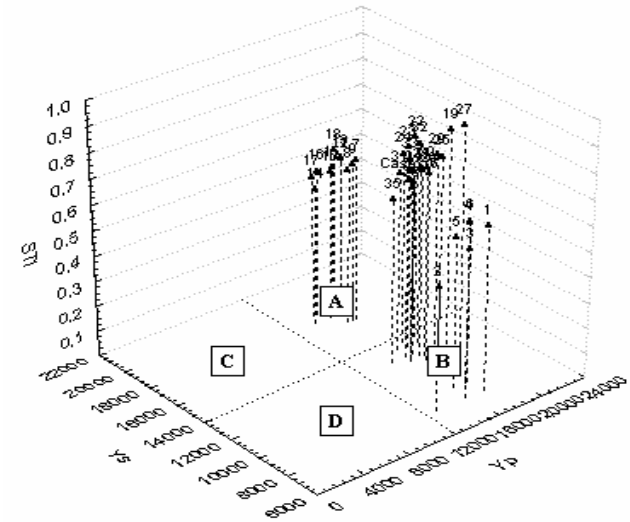
این مؤلفه با دو شاخص TOL و Yr هم‌بستگی پایین و منفی و با SSI از هم‌بستگی پایین ولی مثبت برخوردار بود.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]



شکل ۱. نمودار پراکنش بین Ys، Ypو شاخص STI در ارتباط با عملکرد دانه



شکل ۲. نمودار پراکنش بین Ys، Yp و شاخص STI در ارتباط با کاه و کلش گیاه

مؤلفه دوم برای شاخص‌های TOL، MP و STI از هم‌بستگی مثبت و بالاتری نسبت به سایر شاخص‌ها برخوردار بود. بنابراین بهترین شاخص‌هایی که این مؤلفه‌ها قادر به تفکیک آن می‌باشند دو مؤلفه MP و STI است. مطالعه تأثیر تنش خشکی بر گندم نان نشان داد که دو مؤلفه اول(Principal component analysis(PCA_1)) (مؤلفه تجریه کننده پتانسیل تولید در برابر مقاومت به خشکی) و دوم(Principal component analysis (PCA_2)) (مؤلفه جدا کننده ژنوتیپ‌های مقاوم از ژنوتیپ‌های حساس به خشکی) حدود ۶۶ و ۳۴ درصد واریانس‌ها را توضیح دادند به طوری که این دو مؤلفه با عملکرد وشاخص STI هم‌بستگی داشتند (۲۱). بنابراین ژنوتیپ‌هایی که دارای PCA_1 بالا و PCA_2 پایین بودند در هر دو شرایط مطلوب و تنش مناسب بودند.

نقاط نمایش داده شده در شکل ۴ تیمارهای آزمایش هستند.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]

جدول ۷. مقادیر ویژه حاصل از ماتریس هم‌بستگی شاخص‌های کمی مقاومت به تنش در عملکرد دانه

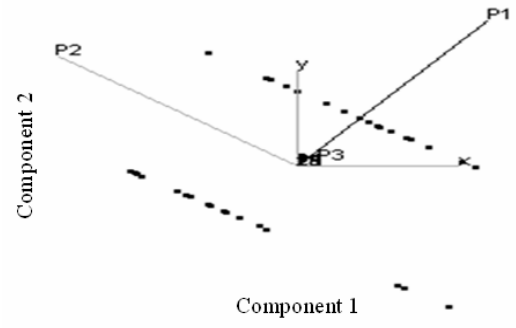
مؤلفه‌ها	مقادیر ویژه	سهم تجمعی (٪)	بردارهای ویژه					
			TOL	MP	GMP	Yr	SSI	STI
۱	۳/۳۱۵۷	۵۵/۲۶۱	۰/۳۴۴۰۴	۰/۴۳۷۵۴	۰/۴۶۶۴	۰/۴۰۲۹۱	۰/۵۳۵	۰/۱۵۵۲۶
۲	۲/۶۷۲۷	۹۹/۸۰۶	−۰/۴۷۴۷۱	۰/۳۶۹۱۶	۰/۳۲۲۷۰	−۰/۴۱۴۱۷	−۰/۱۳۶۲۹	۰/۵۸۶۶۲
۳	۰/۰۱۱۳	۹۹/۹۹۴	۰/۶۸۱۸۶	۰/۲۸۸۷۰	۰/۱۳۶۹۲	−۰/۵۳۸۲۹	−۰/۳۴۰۸۳	−۰/۱۶۴۴۵
۴	۰/۰۰۰۳	۱۰۰/۰۰	۰/۱۳۶۸۸	۰/۴۲۴۲۸	−۰/۸۱۱۶۴	−۰/۰۳۱۵۵	۰/۲۰۴۷۵	−۰/۳۱۵۵۴
۵	۰/۰۰۰۰	۱۰۰/۰۰	۰/۴۱۳۸۳	−۰/۵۲۳۵۸	۰/۰۲۳۸۷	۰/۱۴۰۴۶	−۰/۱۷۰۷۶	۰/۷۱۰۷۴
۶	۰/۰۰۰۰	۱۰۰/۰۰	−۰/۰۳۶۸۳	۰/۳۶۷۱۶	−۰/۰۱۵۹۷	۰/۵۹۶۳۶	−۰/۷۱۲۷۱	۰/۰۰۳۳۷

جدول ۸. مقادیر ویژه حاصل از ماتریس هم‌بستگی شاخص‌های کمی مقاومت به تنش در عملکرد کاه و کلش

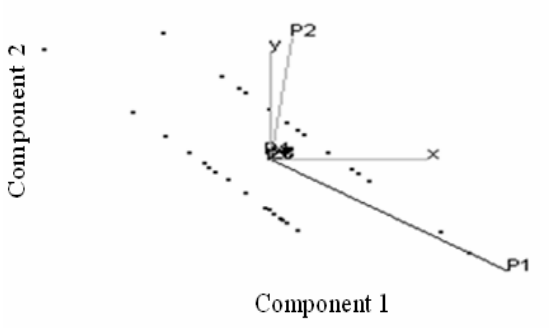
مؤلفه ها	مقادیر ویژه	سهم تجمعی (٪)	بردارهای ویژه					
			TOL	MP	GMP	Yr	SSI	STI
۱	۴/۴۱۴۳	۶۳/۰۶۲	۰/۴۶۴۰۲	۰/۳۴۸۷۹	۰/۳۴۸۶۵	−۰/۴۶۲۹۴	۰/۴۴۹۶۷	۰/۳۴۸۴۳
۲	۲/۵۶۵۶	۹۹/۷۱۴	۰/۰۱۱۳۹	۰/۰۶۴۴۸	۰/۱۰۱۹۲	۰/۶۸۱۷۹	۰/۶۹۶۳۸	−۰/۱۸۲۶۰
۳	۰/۰۱۷۹	۹۹/۹۷۰	۰/۶۳۶۵۸	−۰/۱۰۰۴۱	۰/۱۴۹۸۷	۰/۴۵۳۹۶	−۰/۳۷۴۳۸	۰/۲۵۵۵۲
۴	۰/۰۰۲۱	۱۰۰/۰۰	۰−/۲۴۴۸۲	−۰/۲۹۶۶۹	−۰/۳۸۵۸۶	۰/۰۵۸۳۸	۰/۲۴۶۴۰	۰/۷۸۹۹۶
۵	۰/۰۰۰۰	۱۰۰/۰۰	۰/۳۰۸۹۷	۰/۵۲۱۳۵	−۰/۷۳۵۴۴	۰/۱۰۶۶۳	−۰/۰۷۱۳۴	۰/۰۰۰۰
۶	۰/۰۰۰۰	۱۰۰/۰۰	۰/۳۵۰۳۳	−۰/۵۹۰۳۳	−۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	−۰/۰۱۰۶۵	۰/۰۰۰۰۰

جدول ۹. شماره اختصاص یافته به تیمارها (نسبت‌ها) در نمودارهای تجزیه خوشه‌ای

شماره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
تیمار	$C_0S_0N_1$	$C_0S_0N_2$	$C_1S_1N_1$	$C_1S_1N_2$	$C_1S_2N_1$	$C_1S_2N_2$	$C_1S_3N_1$	$C_1S_3N_2$	$C_2S_1N_1$	$C_2S_1N_2$	$C_3S_1N_1$	$C_3S_1N_2$



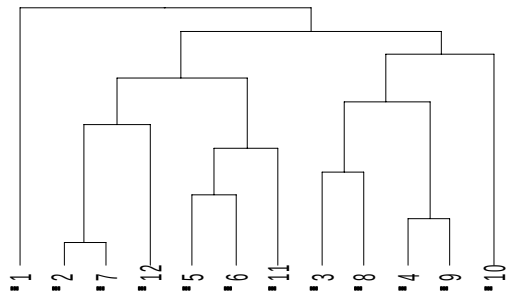
شکل ۳. نمودار بای پلات شاخص‌های کمی مقاومت به تنش براساس مؤلفه اول و دوم برای عملکرد دانه گیاه



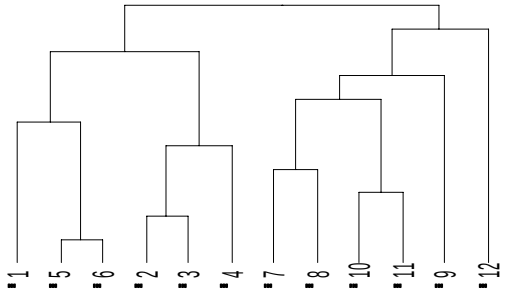
شکل ۴. نمودار بای پلات شاخص های کمی مقاومت به تنش براساس مؤلفه اول و دوم برای کاه و کلش گیاه

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]



شکل ۵. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه ای بر اساس شاخص STI برای عملکرددانه گیاه



شکل ۶. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه ای بر اساس شاخص STI برای عملکرد کاه و کلش گیاه

مؤلفه اول بیشترین درصد از کل واریانس‌ها را شامل می‌شود و هم‌بستگی بالایی با عملکرد در شرایط تنش و شاخص‌های MP ، GMP، Yrو STI نشان داد. این مؤلفه با دو شاخص TOLو SSI از هم‌بستگی پایین و منفی برخوردار بود. مؤلفه دوم برای شاخص‌های TOL و SSI هم‌بستگی بسیار مثبت و بالایی نسبت به سایر شاخص‌ها نشان داد. مطالعه واریته‌های مقاوم به خشکی در گندم نشان داد که ۹۹/۵ درصد تغییرات بین شاخص‌ها توسط دو مؤلفه اول و دوم قابل توجیه بود(۱۸). مؤلفه اول با شاخص‌های MP، GMP، TOL و Yr هم‌بستگی مثبت و با شاخص STI هم‌بستگی منفی نشان داد و مؤلفه دوم تنها با دو شاخص STI وYrهم‌بستگی مثبت نشان داد (۱۸).

شکل‌های ۵ و ۶ گروه‌بندی تیمارها بر اساس روش تجزیه خوشه‌ای را نشان می‌دهد. بررسی دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای عملکرد با شاخص STI نشان داد (شکل ۵) تنها تیمارهای شاهد (۱ و ۲) با سایر تیمارهای آزمایش دارای اختلاف معنی‌داری بوده و در گروه دیگری قرار دارند (جدول ۹). جداسازی و گروه‌بندی تیمارهای آزمایش توسط تجزیه خوشه‌ای امکان‌پذیر نشد. نتایج آزمایش بر اساس دندروگرام خوشه‌ای برای شاخص STI در کاه و کلش گیاه (شکل ۶) نشان داد که تنها سه تیمار $C_1S_2N_1$، $C_0S_0N_1$ و $C_1S_2N_2$ در یک گروه‌بندی مجزا قرار گرفتند. سایر تیمارهای آزمایش دارای تفاوت نبوده و همگی در یک گروه دیگر قرار گرفتند.

بررسی شاخص‌های مقاومت و حساسیت به تنش در گیاهان زراعی نشان داده است که کارایی این شاخص‌ها با روند تغییرات عملکرد در اثر شدت تنش محیط و هم‌چنین اهداف ارزیابی آنها متفاوت است. در این آزمایش روند تغییرات TOL همسو با تغییرات عملکرد دانه بود و این در حالی است که دو تیمار C_1S_3 وC_1S_2 در بین سایر تیمارها بالاترین مقدار STI و بیشترین عملکرد دانه در شرایط تنش را از خود نشان دادند. هم‌چنین شاخص STI از هم‌بستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه برخوردار بود. در شاخص STI علاوه بر عملکرد گیاه در شرایط مطلوب و تنش، به جای میانگین حسابی از میانگین هندسی استفاده می‌شود. گاهی اوقات مشکل ارزیابی توسط این شاخص از تساوی میانگین هندسی جفت اعدادی ناشی می‌شود که با یکدیگر تفاوت شدیدی دارند. لیکن این بررسی نشان داد که تیمارهایی که در شرایط مطلوب و تنش عملکرد بالایی داشتند در گروه با STI بالاتر قرار گرفتند، لذا در مجموع شاید بتوان گفت که این شاخص کارایی زیادی در تعیین عملکرد بالای گیاه در دو شرایط مطلوب و تنش شوری را از خود نشان داد. شناسایی ارقام متحمل به خشکی در جو در شرایط آبی و دیم نشان داد که MP, STI وGMP مناسبترین شاخص‌ها برای غربال کردن ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در جو می‌باشند(۱۱). به منظور شناسایی شاخص‌های گزینشی درگیاه جو تحت شرایط تنش شوری، آزمایشی در دو محیط غیرشور و

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]

شور انجام شد (۲). نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری را برای اکثر صفات نشان داد، به طوری که اکثر صفات در اثر تنش شوری کاهش یافتند ولی بیشترین کاهش در صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ مشاهده شد. با استفاده از تجزیه علیت هم‌بستگی بین صفات باقی‌مانده درمدل به اثر مستقیم و غیر مستقیم تفکیک گردید. براساس تجزیه علیت در شرایط غیرشور تعداد دانه با اثر مستقیم ۰/۷۰۹ و در شرایط شور تعداد سنبلچه در سنبله با اثر مستقیم ۰/۱۶۱ مهم‌ترین جزء مؤثر بر عملکرد دانه تشخیص داده شدند. ضمناً، شاخص STI مناسب‌ترین شاخص برای تفکیک ژنوتیپ‌ها در تحمل به شوری انتخاب گردید(۲).

با توجه به هدف این آزمایش که انتخاب شاخص مناسب برای تعیین عملکرد بالا در شرایط تنش بود، شاخص STI بهترین شاخص بوده و نشان‌دهندهٔ عملکرد بالای گیاه در شرایط تنش و مطلوب است. نوری نیا و همکاران (۱۴) در مطالعه با جوهای معمولی و بدون پوشینه، از مقادیر بالای شاخص STI برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به شوری استفاده نمودند.

براساس شاخص STI نسبت‌های C_1S_3 و C_1S_2 برای عملکرد دانه و C_1S_3 و C_1S_1 برای عملکرد کاه و کلش بیشترین مقاومت نسبت به تنش را از خود نشان دادند. در یک آزمایش گلخانه‌ای برتأثیر منبع نمک و مقادیر مختلف شوری خاک بر برخی از ویژگی‌های زراعی و ترکیب شیمیایی روناس مشخص شد که اثرات نامطلوب شوری بر رشد گیاه در مرتبه اول به مخلوط کلرور سدیم و سولفات سدیم، بعد کلرور سدیم و در نهایت به سولفات سدیم نسبت داده شد (۳). محققین اعلام داشتند که برای بسیاری از سبزیجات(Vegetables) مقاومت به شوری به میزان ۲ دسی‌سیمنز در شوری سولفاتی نسبت به شوری کلریدی بالاتر است(۱۵).

منابع مورد استفاده

۱. امامی، ح.، ع. آستارایی و ز. نقی زاده اصل.۱۳۸۲. تأثیر سطوح شوری با نسبت‌های مختلف کلر به سولفات و مقادیر مختلف نیتروژن بر گیاه گندم در شرایط گلخانه. مجله بیابان ۸(۲): ۳۱۲-۳۲۳.

۲. داداشی،م.ر.، ا. مجیدی هروان، ا. سلطانی و ع. نوری نیا.۱۳۸۶. ارزیابی واکنش لاین‌های مختلف جو به تنش شوری. مجله علوم کشاورزی ۱ :۱۸۱-۱۹۱.

۳. دشتکیان، ک. و م. ج. بحرانی. ۱۳۸۶. تأثیر سطوح و منابع مختلف شوری بر برخی ویژگی‌های زراعی و ترکیب شیمیایی روناس (*Rubia tinctorum* L.). دانش کشاورزی ۱۷(۱): ۶۳-۶۸.

۴. دهقانی، م.، ا. علیزاده، غ. کمالی، م. وظیفه دوست، آ. محمدیان و ا.ح. حمزه نوری.۱۳۸۶. *نیاز آبی گیاهان در ایران*. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

۵. سلطانی حویزه، م.، ا. ارزانی و ع. م. میرمحمدی میبدی. ۱۳۸۷. ارزیابی تحمل به شوری ارقام تجاری و امیدبخش نیشکر در شروع رشد رویشی با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل به تنش. نهال و بذر ۲۴(۱): ۱۴۵-۱۴۹.

۶. شمس الدین سعید، م. و ح. فرح بخش. ۱۳۷۸. بررسی صفات کمی و کیفی عملکرد کلزا تحت شرایط تنش شوری و شناسایی بهترین شاخص مقاومت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۴۳الف): ۶۵-۷۸.

۷. شاهسوند حسنی، ح. و س. عبد میشانی. ۱۳۷۲. ارزیابی ارقام گندم ایرانی از نظر تحمل به شوری. خلاصه مقالات اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج.

۸. فتح باهری، س.، ع. جوانشیر، ح. کاظمی و ا. حجازی. ۱۳۸۲. ارزیابی برخی از شاخص‌های تحمل به خشکی در چند ژنوتیپ جو بهاره. مجله دانش کشاورزی ۱۳ (۲): ۱۹۵- ۲۰۵.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]

۹. فرایدی، ی. ۱۳۸۴. ارزیابی و انتخاب برای مقاومت نسبت به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی. چکیده مقالات اولین همایش ملی حبوبات، آبان ۸۴. مشهد، ص.۱۴۳.

۱۰. فرشادفر، ع.، م. ر. زمانی، م. مطلبی و ع. امام جمعه. ۱۳۸۰. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین های نخود. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۲ (۱):۱۰۵-۱۱۳.

۱۱. کرمی، ع.، م. ر. قنادها، م. ر. نقوی و م. مرادی. ۱۳۸۵. شناسایی ارقام متحمل به خشکی در جو. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۷(۱):۳۷۱-۳۷۹.

۱۲. میرداودی، ح. ر. و ح. ا. زاهدی پور.۱۳۸۳. بررسی میزان مقاومت به شوری خاک در سه گونه گیاه شور پسند. فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۱۱(۴):۴۲۵-۴۵۰.

۱۳. نورمند مؤید، ف .۱۳۷۶. بررسی تنوع صفات کمی و روابط آنها با عملکرد گندم نان(*T. aestivum*) شرایط دیم و آبی و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تهران.

۱۴. نوری نیا، ع.، د. نادری و ف. یغمایی. ۱۳۸۳. ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌های جو معمولی و بدون پوشینه متحمل به شوری. مجموعه مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه گیلان.

15. Bernstein, L. 1962. Salt-affected soils and plants. *In*: Problems at the Arid Zones. Proc. 18th UNESCO Symp. Paris, France, PP. 139-174.
16. Clark, J. M., R. M. Depauw and T. F. Townley – Smith. 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat .Crop Sci. 32:723-728.
17. Clark, J. M., T. F. Townley – Smith, T. N. McCaig and D. G. Green .1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. Crop Sci. 24:537-541.
18. Eshghi, A. G. and Gh. Khalilzadeh. 2006. Selection of bread wheat cultivars and lines for drought resistance. The First International Conference on the Theory and Practices in Biological Water Saving (ICTPB).21-25 May 2006, Beijng. China.
19. Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of adaptation for food crops to temperature and water stress symposium. Taiwan. PP: 257-270.
20. Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Resour. 29: 897-912.
21. Golabadi, M., A. Arzani and A. M. Mirmohammadi Maibodi. 2006. Assessment of drought tolerance segregating populations in durum wheat. Afr. J. Agric. Res. 1(5):162-171.
22. Heinnrich, G. M., C. A. Francis and J. D. Eastin. 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. Crop Sci. 23:209-212.
23. Manchanda, H. R. and S. K. Sharma. 1989. Tolorance of chloride and sulphate salinity in cheikpea (*Cicer arietinum*). Agric. Sci. 113:407-410.
24. Reza Mohammadi, R., R. Haghparast and M. Aghaee. 2005. Evaluation of bread wheat genotypes for drought tolerance under rainfed conditions. Theme 10. Application of new technologies and technology transfer and crop improvement for dry areas.
25. Rosielle, A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943 -946.
26. Roustaii, M., E. Zadhehassan and H. Ketata. 2005. Adaptability and stability analysis of grain yeild in advanced bread wheat lines in cold and moderate dryland areas of iran. Theme 10. Application of new technologies and technology transfer and crop improvement for dry areas.
27. Singla, R. and N. Garg. 2002. Physiological basis of salt tolerance in DESI and KABULI genotypes of chickpea. Plant Sci. B:13

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-05-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.50.10.4]