



ارزیابی شاخص های تحمل به تنش شوری حاصل از نسبت های آنیونی کلر به سولفات و کود نیتروژن در جو رقم نصرت (*Hordeum vulgare L.*)

مهرنوش اسکندری تربقان^۱، علی رضا آستارایی^۲، مسعود اسکندری تربقان^۳، علی گنجعلی^۴

^۱. محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی، ^۲. اعضای هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد.

^۳. عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان

تاریخ دریافت: ۸۷/۶/۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۵/۵

چکیده

تنش شوری، نقش مهمی در کاهش تولید محصولات زراعی دارد. سمیت آنیون های کلر و سولفات در آب و خاک عامل اصلی کاهش رشد و عملکرد بیشتر گیاهان است. برای ارزیابی شاخص های تحمل و حساسیت به کلر و سولفات آب آبیاری و همچنین تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد گیاه جو، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. شاخص های کمی مقاومت به تنش تغییر میانگین تولید، شاخص تحمل، میانگین هندسی تولید، شاخص حساسیت به تنش، سمیت کاهش عملکرد و شاخص تحمل به تنش محاسبه شد. نتایج نشان داد که شاخص تحمل به تنش همیستگی مشتبه و بسیار معنی داری با عملکرد دانه و بیوماس داشت. بررسی معادلات عملکرد دانه و بیوماس با شاخص تحمل به تنش نشان داد که تأثیر آنیون کلر نسبت به سولفات در کاهش مقاومت گیاه به تنش شوری بیشتر بود. همچنین نسبت های آنیونی ۱:۳ و ۱:۲ کلر به سولفات در عملکرد دله و نسبت های ۱:۲ و ۱:۱ کلر به سولفات در بیوماس گیاه بیشترین مقاومت نسبت به تنش شوری را در مقایسه با شرایط مطلوب ایجاد نمودند.

واژدهای کلیدی: نسبت های آنیونی کلر به سولفات، نیتروژن، تنش شوری، جو

مقدمه

همکاران، ۱۳۸۱). سطح کشت جو در ایران به علت مقاومت آن در مقابل ناسازگاری های محیطی، نیاز اندک به رطوبت و تطابق با محیط کشت در سال ۸۵ برابر ۱/۵ میلیون هکتار بوده که با ۱۹/۲۴ درصد، رتبه دوم تولید غله در ایران پس از گندم را داراست (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۷). روابط بین جذب یونی و رشد بسیار پیچیده است و در مجموع غلظت زیاد بسیاری از یون ها در محیط ریشه گیاهان باعث محدود شدن جذب برخی عنصر غذایی می شود. شدت سمیت یون ها برای گیاه، بستگی به نوع نمک

تنش شوری یکی از عوامل کاهش قابلیت اراضی برای تولید محصولات کشاورزی می باشد. مساحت اراضی سور کشور بین ۱۸ تا ۳۵ میلیون هکتار برآورد شده است. ولی گزارش کاملی درباره کمیت و کیفیت واقعی آبهای شور کشور در دست نیست (غابدی و همکاران، ۱۳۸۱). دوازده درصد از آبهای سطحی کشور در ردیف آبهای شور (بیش از ۲۲۵۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر) در رودخانه های کشور جاری می باشند که اغلب آنها در نواحی جنوب، جنوب غربی و مرکزی کشور جریان دارند (غابدی و

تعیین سازن مقاومت و حساسیت آنها شاخص‌های گوناگونی ارائه شده است که شاخص‌های تحمل^۱ (TOL) و میانگین تولید^۲ (MP) (دو مورد از آنها می‌باشند (روسلین و هامبلن، ۱۹۸۱)، شاخص تحمل تفاسوت عملکرد گیاه در دو شرایط متفاوت MP و میانگین تولید در شرایط تنش و عدم تنش است. زیاد بودن TOL نشانه حساسیت گیاه به تنش بوده و اساساً انتخاب برمنای مقادیر کم TOL انجام می‌شود. ولی زیاد بودن MP تحمل بیشتر به تنش را نشان می‌دهد (روسلین و هامبلن، ۱۹۸۱). از دیگر شاخص‌های ارزسایی گیاهان در شرایط محیطی مختلف، شاخص حساسیت به تنش^۳ (SSI) است که در آن عملکرد دانه گیاه تحت شرایط مطلوب و تنش افزایه‌گزیر و شدت تنش نیز برآسانی میانگین عملکرد رُزوتیپ‌ها تحت شرایط مطلوب و تنس تعیین می‌گردد. مقادیر کم SSI حاکم از تغییرات کم عملکرد گیاه در شرایط تنش در مقایسه با شرایط عدم تنش و در نتیجه مقاومت بیشتر گیاه است (فیشر و مار، ۱۹۷۸).

کاربرد شاخص تحمل به تنش^۴ (STI) برآسانی عملکرد گیاه در دو شرایط مطلوب و تنس و مرجع میانگین عملکرد تمامی گیاهان مورد ارزیابی در شرایط مطلوب می‌باشد (فرناندر، ۱۹۹۲). دامنه تغییر STI بین صفر و یک بوده و مقدار آن همواره مشبّت می‌باشد. هرچه مقدار STI بیشتر باشد نشانه بیشتر بودن مقاومت گیاه به تنش است. در ارزسایی تحمل لاین‌ها و رُزوتیپ‌های گندم به تنش خشکی مشخص شده که همبستگی شاخص تحمل به تنش (STI) با عملکرد گیاه نسبت به سایر شاخص‌ها بیشتر است که نشانه مقاومت بیشتر گیاه به تنش است (محمدی و همکاران، ۲۰۰۵؛ روسایی و همکاران، ۲۰۰۵).

بررسی تأثیر شوری بر رقم نخود زراعی نشان داده است که نمک‌های NaCl و CaCl_2 و

غالب، محیط رشد و گونه گیاهی دارد. بستمن (۱۹۶۸) نشان داد که اثر سمی نمک‌های کلره حداکثر و نمک‌های سولفاته حداقل و نمک‌های کربناته حد متوسط است. تغییرات فشار اسمزی معمولاً به تغییرات کلر مربوط است و علاوه بر فشار اسمزی ایجاد شده در خاک ناشی از نمک‌های کلریدی، می‌توان تأثیر سوء بیون کثیرید در سر انبیون‌های آلتی، کاهش حذب نیترات و نیتروژن کن در گیاه، مختل شدن متابولیسم نیتروژن در گیاه و در نتیجه اختلال در سنتز بروتئین و اسید نوکلئیک را نام برد (مس، ۱۹۸۴). غلظت زیاد بیون سولفات نیز منجر به مسمومیت گیاه حتی بیش از کلو می‌گردد (واتکینز، ۱۹۸۸). همچنین بیون‌های مختلف شر مخلوط خاک دارای ویژگی‌های متفاوتی از بطر حذب و انتقال هستند. حذب کلر توسط ریشه گیاه بیشتر از سولفات است و بنابراین در محلول‌هایی با انحراف مشابه که بیون کلر بیشتر از سولفات است، حسارت شوری شدیدتر می‌باشد (مانچالسا و شارما، ۱۹۶۹).

در گونه‌های وحشی تحمل یا مقاومت به تنش، به صورت بقاء در شرایط نامساعد تعریف می‌شود، ولی در گیاهان زراعی واره مقاومت به معنی توانایی تولید در شرایط نامطلوب است (کلارک و همکاران، ۱۹۸۴) در سیاری از برنامه‌های اصلاحی، عملکرد دانه و بیان عملکرد در شرایط مختلف محیطی به عنوان معیارهای اصلی انتخاب برای تحمل به تنش منظور می‌شود. ثبات عملکرد مه مهندسی تقویت اندک بین عملکرد یتانسیل (توان گیاه) و حقیقی (عملکرد مزرعه) گیاه در شرایط محیطی مختلف است (محمدی و همکاران، ۲۰۰۵) که می‌تواند ناشی از شرایط ویژگی رُزنتیکی، جبران اجرای اصلاحی عملکرد، تحمل تنس، ظرفیت بازیافت سریع یس از رفع تنش و یا تلفیقی از این عوامل باشد (هنریج و همکاران، ۱۹۸۳). زیاد بودن عملکرد در شرایط تنش می‌تواند ناشی از تحمل زیاد به تنش و یا ظرفیت تولید بالا و یا هر دو به عنوان مکانیسم باشد (فیشر و مار، ۱۹۷۸). برای ارزیابی واکنش گیاهان در شرایط محیطی مختلف و

¹ Tolerance Index

² Mean Productivity

³ Stress Susceptibility Index

⁴ Stress Tolerance Index

برای تامین سطوح کود نیتروژن به صورت فسفات آمونیوم بر اساس نیاز جو به فسفر(۶۰ کیلوگرم در هکتار) برای هر جعبه (۲/۸ گرم) محاسبه و قبل از کشت به خاک اضافه شد. باقی مانده کود نیتروژن مورد نیاز تا سطح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار(به ترتیب ۲/۲ و ۳/۶ گرم در هر جعبه) با استفاده از کود اوره به صورت سرک در طول دوره رشد گیاهان، طی دو مرحله به جعبه‌ها اضافه شد. تعداد ۳۰ عدد بذر خرد غفونی شده جو رقم نصرت کشت و در طول دوره رشد گیاه، آبیاری با آب شور تنش دسی ریمنس بر صفر و نسبت‌های متفاوت آبیونی کلر به سولفات انجام شد. مقدار نمک مورد نیاز برای تهیه آب شور بر اساس محاسبه اکی^۱ و الان این نمک‌ها و با حل کردن مقادیر مشخصی از نمک‌های سولفات‌کلسیم و کلرید کلسیم در آب برای هر دور آبیاری گیاهان (ده روز) محاسبه و پس از گذشت ۱۰ روز از تاریخ کاشت، اولین دور آبیاری با آب شور انجام شد. همچنین میزان آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه حوت توسط نرم افزار Netwat محاسبه گردید^۲ (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۶). یک ماه پس از کاشت، گیاه‌های موجود به ۱۶ عدد نمک شدند در طول دوره رشد، برای مبارزه با شته سبز و مینوز سه نوبت سه پاشی انجام گرفت. پس از مرحله رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، در پایان دوره رشد (۱۲۰ روز پس از کاشت) صفاتی مانند عملکرد کاه و کلش گیاه در جعبه و عملکرد دانه در جعبه‌لندازه گیری و ثبت شد. داده‌های حاصل با نرم افزار MSTAT-C تجزیه آماری و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۰٪ مقایسه شد.

با توجه به عملکرد دانه و عملکرد کاه و کلش در دو شرایط تنش و مطلوب (بدون تنش)، شاخص‌های مختلف حساسیت و مقاومت به شوری براساس معادلات ارائه شده (روسلین و هامبولن، ۱۹۸۱)

Na_2SO_4 به نسبت ۷:۲:۱ در هدایت الکتریکی به ترتیب ۴، ۶ و ۸ دسی ریمنس بر متر، بیوماس و عملکرد گیاهان را کاهش و فند محلول، آمنوسید و پیروتین آنها را افزایش دادند (سیگلا و گارگ، ۲۰۰۲). همچنین شاخص STI به عنوان پیشین شاخص در ارزیابی زنوتیپ‌های مقاوم به شوری معرفی شد (سیگلا و گارگ، ۲۰۰۲). مطالعه نأشیر تنش شوری در شرایط مزرعه برخصوصیات مختلف ۲۶ رقم گندم ایرانی و خارجی نشان داده است 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 متیبت و معنی‌داری ندارد (شاهسوند حسنی و عبدمیشانی، ۱۳۷۲).

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

مواد و روش‌ها

در این برسی ۶ نسبت آبیونی کلر به سولفات شامل شاهد (C_6S_0)، نسبت ۱:۱ (C_1S_1)، نسبت ۲:۱ (C_1S_2)، نسبت ۳:۱ (C_1S_3) و نسبت ۱:۳ (C_3S_1) با استفاده از نمک‌های سولفات کلسیم و کلرید کلسیم و ۲ مقدار کود ۷۵ (N₁) و ۱۵۰ (N₂) کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مطالعه شد. علاوه بر این، برای مقایسه سطوح کود نیتروژن و تعیین شاخص‌های کمی تحمل به تنش، از شاهد دوم (بدون اعمال کود نیتروژن و نسبت‌های آبیونی کلر به سولفات) با سه تکرار استفاده شد. جعبه‌های پلاستیکی با ابعاد ۳۶×۳۶×۲۲ سانتی‌متر با ۲۰ کیلوگرم حاک پر شده و به عنوان بستر کاشت استفاده شد. نیتروژن مورد نیاز

۱- نیاز خالص آبیاری برای گیاه جو توسط نرم افزار Netwat ۲۵۰ متر مکعب در هکتار در نظر گرفته شد که هر ده روز به گیاهان داده شد.

که در روابط فوق Y_s و Y_p به ترتیب عملکرد دانه و عملکرد بیوماس در شرایط تنفس نسبت های آنیونی کلر به سولفات آب آبیاری و بدون تنفس و \bar{Y}_s و \bar{Y}_p نیز به ترتیب میانگین عملکرد دانه و بیوماس گیاه در شرایط تنفس و بدون تنفس نسبت های آنیونی می باشد. ضرایب همبستگی بین شاخص ها با عملکرد نیز با کمک نرم افزار MSTAT-C محاسبه گردید. برای تعیین روابط بین تیمارها و رسم نمودارهای پراکنش از نرم افزار Statistica استفاده شد. تجزیه به مولفه های اصلی (بای پلات)، تجزیه حوشه ای، نمودار دندروگرام و معادله رگرسیون چند متغیره نیز بوسیله نرم افزار آماری JMP انجام گرفت.

فرنandes، ۱۹۹۲، کلارک و همکاران، ۱۹۸۴، کلارک و همکاران، ۱۹۹۲) محاسبه شد:

$$TOL = Y_p - Y_s \quad (1)$$

$$MP = \frac{Y_s + Y_p}{2} \quad (2)$$

$$GMP = \sqrt{Y_s \cdot Y_p} \quad (3)$$

$$Y_r = 1 - (Y_s / Y_p) \quad (4)$$

$$SSI = 1 - (Y_s / Y_p) / D \quad (5)$$

$$D = 1 - \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \quad (6)$$

$$STI = \frac{Y_s \cdot Y_p}{(\bar{Y}_p)^2} \quad (7)$$

جدول ۱. خصوصیات خاک قبل از شروع آزمایش

CaCO ₃	Cu	Zn	Mn	Fe	SAR	Na	Mg	Ca	K	P	N	EC	pH	بافت
%	mg kg ⁻¹					meq l		mg kg		dS m ⁻¹			—	لوم
۱۳/۵	۰/۶	۰/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۵	۲۰/۰	۷/۴	۵	۲/۵	۲/۵	۱۸/۵	۰/۰۴۳	۱/۸	۷/۶	۱۰/۰

جدول ۲. سمعاره اختصاص یافته به تیمارها (نسبت ها) در نمودارهای تجزیه خوشه ای

نمودار	نام تیمار	شماره	نام تیمار	نام تیمار	اختصاص یافته
۱	نسبت صفر کلر به سولفات + ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	۷	نسبت صفر کلر به سولفات + ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	۸	نسبت صفر کلر به سولفات + ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن
۲	نسبت صفر کلر به سولفات + ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	۹	نسبت ۱/۱ کلر به سولفات + ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	۱۰	نسبت ۱/۱ کلر به سولفات + ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن
۳	نسبت ۱/۲ کلر به سولفات + ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	۱۱	نسبت ۱/۲ کلر به سولفات + ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن	۱۲	نسبت ۱/۲ کلر به سولفات + ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن
۴	نسبت ۱/۲ کلر به سولفات + ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن				
۵					
۶					

نتایج و بحث

مشاهده شد. کمترین عملکرد مربوط به نسبت ۱/۳ کلر به سولفات بود که در مقایسه با شاهد باز هم ۲۲/۷ درصد بیشتر بود (جدول ۳). بررسی اثرات مختلف شوری (۰، ۴، ۸ دسی زیمنس بر متر) و نسبت های آنیونی کلر به سولفات (۱/۱، ۲/۱ و ۱/۲) بر جذب

عملکرد دانه تمامی تیمارها از تیمار شاهد بیشتر بود که علت آن تاثیر نسبت های مختلف کلر به سولفات می باشد ($P < 0.01$) (جدول ۳). حداکثر این افزایش عملکرد در دو نسبت ۱/۲ و ۱/۱ کلر به سولفات به ترتیب با میزان ۵۱ و ۳۹/۲ درصد نسبت به شاهد

گیاه به نتش شوری با توجه به شاخص‌های TOL و SSI در نسبت‌های ۱:۱ و ۲:۱ کلر به سولفات و حداقل آن در نسبت ۱:۳ کلر به سولفات مشاهده گردید. بالاترین مقدار شاخص‌های MP، GMP و STI به ترتیب متعلق به نسبت‌های ۱:۲ و ۱:۳ کلر به سولفات بودند و حداقل آن به تیمار شاهد اختصاص یافت (جدول ۳).

مقایسه میانگین عملکرد کاه و کلش گیاه در رابطه با شاخص‌های کمی تحمل به نتش (جدول ۴) نشان داد، که نسبت‌های ۱:۳ و ۱:۱ کلر به سولفات به ترتیب حساس ترین و مقاوم ترین نسبت‌ها به نتش شوری با توجه به شاخص TOL و SSI بودند. مقایسه سایر نسبت‌ها تفاوت معنی داری نسبت به یکدیگر نشان نداد. اطلاعی (۱۳۸۰) در بررسی واکنش نهال دو رنگ پسته نسبت به مقدار و نوع شوری خاک مشاهده کرد ازدیاد نسبت سولفات در سطوح مختلف شوری، باعث تخفیف اثر زبان بار شوری گردید. به طوری که در شوری سولفات سدیم عملکرد ماده خشک ساقه بیس از ۱/۵ برابر و عملکرد ماده خشک برگ بیش از ۱/۷ برابر عملکرد در تیمار شوری کلرید سدیم بود.

در بررسی شاخص‌های MP، GMP و STI روندی مشاهده یکدیگر مشاهده شد (جدول ۴)، به طوری که سه تیمار ۱:۲، ۳:۱ و ۱:۳ بدون تفاوت معنی دار با یکدیگر در هر یک از شاخص‌ها، بالاترین مقادیر را دارا بودند.

نیتروژن ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در گیاه گندم نشان داد که با تغییر نسبت کلر به سولفات از ۲:۱ به ۱:۱ و همچنین از ۱:۱ به ۱:۲ کلر به سولفات، درصد جوانه زنی، عملکرد و ارتفاع گندم کاهش یافت (امامی و همکاران، ۱۳۸۲). تغییر نسبت کلر به سولفات از ۱:۱ به ۱:۲ در شوری ۸ دسی زیمنس بر سر کاهش معنی داری در وزن خشک گیاه باعث سد در مجموع اثرات بازدارنده و سوء یونی کلر در مقایسه با سولفات در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر بارزتر بوده و به ترتیب موجب ۲۷/۵ و ۴۱ درصد کاهش عملکرد گندم نسبت به شوری ۴ و ۲ دسی زیمنس بر متر گردید (امامی و همکاران، ۱۳۸۲). تفاوت عملکرد کاه و کلش گیاه تحت تأثیر هیچ یک از نسبت‌های مختلف کلر به سولفات در مقایسه با شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی معنی دار نبود (جدول ۴). محققان در بررسی نتش شوری بر گندم عنوان نمودند که شوری کلیه صفات مورد بررسی آنها از جمله مدت زمان کاشت تا ظهور خوش، کاشت تا رسیدن، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و وزن ۱۰۰ دانه و تعداد خوش در واحد سطح را کاهش داد و تنها صفتی که کاهش نداشت تعداد دانه در سنبلجه بود (شاهسوند حسنه و عبد میشانی، ۱۳۷۲).

مقایسه میانگین عملکرد دانه در نسبت‌های آنیونی کلر به سولفات و در رابطه با شاخص‌های کمی تحمل به نتش (جدول ۳) نشان داد که حداقل حساسیت

جدول ۳. مقایسه میانگین عملکرد دانه در جعبه (میلی گرم) و شاخص‌های کمی تحمل به نتش

STI	SSI	Yr	GMP	MP	TOL	عملکرد دانه (میلی گرم در جعبه)	تیمار	
							نسبت دنفر کلر به سولفات (شاهد)	نسبت دنفر کلر به سولفات (شاهد)
۰/۶۶۳±d	۱/۰۰۳±b	۰/۲۷۰±b	۱/۲۷۰±d	۱/۰۱±c	۲۶۸۲bc	۱۱۶۵±d	سبت دنفر کلر به سولفات (شاهد)	سبت دنفر کلر به سولفات (شاهد)
۰/۹۲۵±ab	۱/۹۸۸±d	۰/۰۷۸۶±d	۱/۲۱۹±c	۱/۲۸۹±c	۷/۰±e	۱۶۲۲±۰b	سبت ۱ کلر به سولفات	سبت ۱ کلر به سولفات
۰/۸۷۸±c	۱/۲۷۶۷±c	۰/۰۷۸۲±c	۱/۱۵۳±c	۱/۱۸۴±d	۵/۵۲±d	۱۶۵۲±c	سبت ۲ کلر به سولفات	سبت ۲ کلر به سولفات
۰/۸۵۶±bc	۰/۰۳۱۹۳±a	۰/۰/۷۶۵±a	۱/۴۵۰±b	۱/۴۵۳±b	۱/۰/۰±ab	۱۵۰۵±bc	سبت ۳ کلر به سولفات	سبت ۳ کلر به سولفات
۱/۰/۲±a	۱/۱۰۳±a	۰/۰/۷۵۵±b	۱/۵۶۸±a	۱/۵۷۹±a	۱/۳۸۷±c	۱۷۵۸±a	سبت ۱۲ کلر به سولفات	سبت ۱۲ کلر به سولفات
۰/۸۱۷±c	۰/۰/۹۰۳±a	۰/۰/۰۲۱۲۲±a	۱/۴۱۴±b	۱/۴۱۵±b	۲/۰/۰±a	۱۴۳۰±c	سبت ۱۳ کلر به سولفات	سبت ۱۳ کلر به سولفات
۰/۰/۳±d	۰/۰/۲۸۱±	۰/۰/۰۶	۲/۰/۱۳/۴	۱/۹۶۳/۴۶	۲/۸/۰/۷/۲	۲۲۷۵/۶۳	±Sd	±Sd

امداد موجود در هر ستون که حداقل یک حرف مشابه دارد، مطابق ازمون دانکن ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی داری ندارد.

جدول ۴. مقایسه معانگین عملکرد کاه گیاه (میلی گرم در جعبه) و شاخص های کمی تحمیل به نتش

STI	SSI	Yr	GMP	MP	TOL	عملکرد کاه (میلی گرم)	سیمار
-۰۵۹۹۰-b	-۰۰۲۲۲-ab	-۰۰۲۲ab	۱۵۸۵-b	۱۳۸۷-b	۶۶۶/۷ab	۱۶۲۰-a	سبت حمر کفر به سولفات (نادیده)
-۰۸۲۱۲b	-۰۴۰۲۰-b	-۰۰۷۴۵a	۱۶۱۵-b	۱۶۱۷-b	-۱۲۶۷b	۱۶۸۰-a	نسبت ۱:۱ کلر به سولفات
-۰۵۹۳۲b	-۰۳۶۱۷ab	-۰۰۲۸۳۲ab	۱۵۷۸-b	۱۵۷۹-b	-۵۰۸۳ab	۱۶۰۴-a	سبت ۲:۱ کلر به سولفات
-۰۷۶۷۷-a	-۰۰۴۰۱۷ab	-۰۰۰۲ab	۱۷۹۴-a	۱۷۹۵-a	-۱۰۰۰ab	۱۸۰۰-a	سبت ۳:۱ کلر به سولفات
-۰۷۶۸۳a	-۰۰۰۵۳۵ab	-۰۰۰۲۶۶۷ab	۱۷۹۶-a	۱۷۹۷-a	-۱۲۳۲ab	۱۸۰۳-a	سبت ۱:۲ کلر به سولفات
-۰۷۱۹۳a	-۰۰۴۰۸-a	-۰۰۰۴۸۳b	۱۷۲۸-a	۱۷۲۹-۰	۱۰۱۷a	۱۶۸۸-a	سبت ۱:۳ کلر به سولفات
-۰۰۸۸۶	-۰۰۴۷۲۴	-۰۰۰۷۸V	۱۱۰۳۷۵	۱۱۰۱۰۴	۱۳۰۷۴۰	۱۳۵۶۸۹	± ۵d

اعداد موجود در هر ستون که حداقل یک حرف مشابه دارند، مطابق از مون دانکن (۰,۰۵<P) اختلاف معنی داری ندارد.

خشکی معرفی شد (فتح باهری و همکاران، ۱۳۸۲). پرسی شاخص های مقاومت و حساسیت به نتش در گیاهان زراعی نشان داده است که کارایی این شاخص ها با روند تغییرات عملکرد در آن شدت نتش محض 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 نسبت ۲:۱ و ۳:۱ کلر به سولفات در بین سایر تیمارها بالاترین مقدار STI و بینترین عملکرد دانه در شرایط نتش را از خود نشان دادند. همچنین شاخص STI از همبستگی مشب و بسیار بالایی با عملکرد دانه در جعبه (۰,۰۸۷۸) برخوردار بود (جدول ۵).

نتایج آزمایش همچنین نشان داد که مقادیر شاخص STI در رابطه با عملکرد دانه در نسبتهاي ۳:۱ و ۲:۱ کلر به سولفات یعنی نسبت های پایین تر از کلر بیشتر بود، لیکن این نسبت های در کاه و کلش گیاه کاهش داشت به طوری که نسبت های از ۳:۱ و ۲:۱ کلر به سولفات به ۲:۱ و ۱:۱ کلر به سولفات تغییر یافته است (جدول ۳ و ۴).

محفغان عقیده دارند بهترین شاخص برای غربال گردن گیاهان در شرایط نتش، شاخصی است که در هر دو شرایط نتش و بدون نتش دارای همبستگی نسبتا بالایی با عملکرد دانه ناشد (فرشادفر و همکاران، ۱۳۷۶؛ بورمند جوید، ۱۳۷۸).

ضرائب همبستگی شاخص های مختلف با مقدار عملکرد دانه و کاه و کلش (جدول ۵) بیانگر آن است که شاخص های MP، GMP و STI با عملکرد دانه همبستگی مشب و معنی داری داشتند. ولی با شاخص های Yr، TOL و SSI همبستگی قابل توجه و معنی داری را نشان ندادند. ارزیابی شاخص های تحمیل به خشکی در چند ژنتیپ جو بهاره نشان داد ضرابب همبستگی این شاخص ها با یکدیگر در مورد STI، GMP و MP در شرایط نتش و بدون نتش با STI سیار معنی دار شد، با توجه به اینکه شاخص STI با ساخص های MP و GMP همبستگی معنی دار داشت و نیز اینکه این شاخص به طور موثر ژنتیپ های گروه A (زنوتیپ های با عملکرد بالا در شرایط نتش و غیر نتش) را از سایر گروه ها تفکیک کرد، بنابراین به عنوان مسابق ترین شاخص برای گرینش ژنتیپ های مقاوم به

جدول ۵. ضرابب همبستگی ساده بین عملکرد کاه و دانه در جعبه با شاخص های مختلف

STI	SSI	Yr	GMP	MP	Tol	عملکرد کاه و کلش در جعبه (میلی گرم)	عملکرد دانه در جعبه (میلی گرم)
-۰/۸۷۴**	-۰/۰۲۴۸	-۰/۰۰۵۱	-۰/۸۰**	-۰/۰۸۶۹**	-۰/۰۰۹۲	-	-
-۰/۰۸۷۸**	-۰/۰۱۰۴	-۰/۰۶۲*	-۰/۰۶۸۱*	-۰/۰۶۸۷	-۰/۰۲۸۷	-	-

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد

(A) و کاه و کلش گیاه (شکل ۲) نشان میدهد. در نمودار پراکنش سه بعدی با تقسیم بندی سطح پایین نمودار (سطح X با Y) به چهار قسمت مساوی تیمارها (A) به چهار گروه مجرما 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 و گروه (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 (مانجاندا و شارما، ۱۹۸۹).

نتایج حاصل از ارزیابی شکل ۱ نشان می‌دهد که تیمارهای ۳:۱، ۲:۱ و ۱:۲ در گروه A و تیمار شاهد در گروه D قرار دارند. کاربرد نمودار پراکنش سه بعدی برای تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها در گیاهان توسط محققان مختلف گزارش شده است (عشقی و خلیل زاده، ۲۰۰۶؛ محمدی و همکاران، ۲۰۰۵). 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 همگی شر عملکرد کاه و گلش گیاه به دو گروه A و B تعلق داشتند. تیمارهای ۱:۱ و ۲:۱ در گروه A و سایر تیمارهای آزمایش با توجه به دو شاخص فوق در گروه B قرار گرفتند.

نمودار پراکنش سه بعدی تنها رابطه سه متغیر را بررسی می‌کند، لذا در این آزمایش از تجزیه به مولفه‌های اصلی^۷ 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 ۶) به ۶ مولفه (نسبت‌های آئیونی) تقسیم گردید. نتایج حاصل از این تجزیه در جدول ۶ آمده است.

رابطه بین مقادیر کلو، سولفات و نیتروژن با شاخص STI که بالاترین ضریب همبستگی با عملکرد دانه (R^۲=۰/۸۷۸) را در بین سایر شاخص‌ها را دارد است. معادله ۸ مشخص شده است.

معادله (۸)

$$STI = ۰/۴۸۳ + ۰/۰۲۲ C + ۰/۰۸۹ S + ۰/۱۶۰ N$$

ضریب همبستگی در معادله (۸) برابر ۰/۳/۵ درصد می‌باشد. این معادله تأثیر مثبت این سه عنصر بر مقدار STI و در نتیجه افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری را نشان می‌دهد. همچنان بررسی مقادیر استاندارد شده بتا^۸ نشان داد که برای افزایش مقدار STI و مقاومت گیاه به ترتیب مقادیر سولفات، نیتروژن و نهایتاً کلو دارای اهمیت و تأثیر می‌باشند. در مطالعه‌ای دو ساله بر روی گندم، معادله رگرسیون خطی برای عملکرد دانه با شاخص STI بدست آمد که از همبستگی مثبت و معنی‌داری (به ترتیب ۸۷ و ۸۸ درصد برای سال اول و دوم آزمایش) برخوردار بود (گل آبادی و همکاران، ۲۰۰۶).

ارتباط بین مقادیر کلو، سولفات و نیتروژن با شاخص STI که بالاترین ضریب همبستگی با عملکرد کاه و کلش گیاه (R^۲=۰/۷۷۲) را در بین سایر شاخص‌ها را دلایل بود در معادله ۹ مشخص شده است.

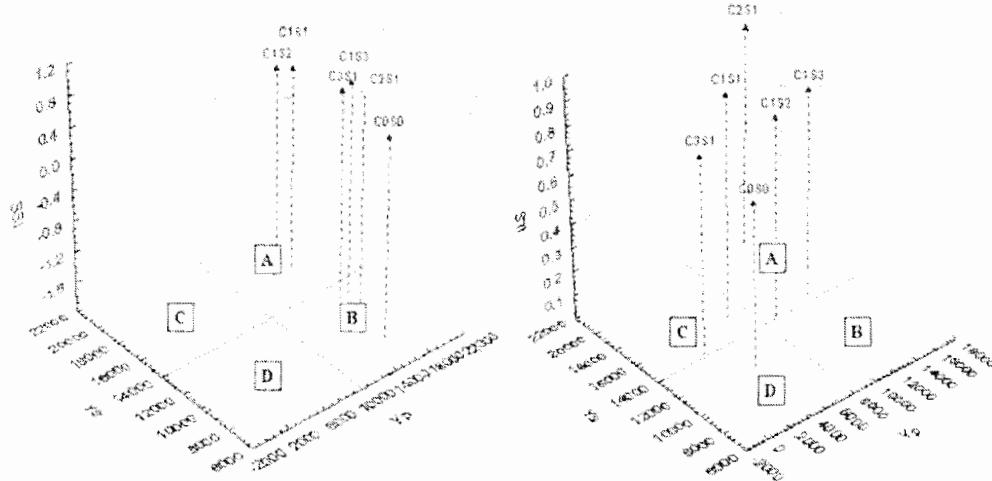
معادله (۹)

$$STI = ۰/۰۳۷۶ - ۰/۰۰۸۹ C + ۰/۰۱۰ S + ۰/۰۱۰ N$$

ضریب همبستگی معادله (۹) برابر ۰/۷۷/۲ درصد می‌باشد. این معادله تأثیر مثبت دو عنصر سولفات و نیتروژن بر مقدار STI و در نتیجه افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری را نشان می‌دهد. کلو بر خلاف سولفات و نیتروژن باعث کاهش مقاومت گیاه به تنش شوری در کاه و کلش گیاه گردید. همچنان بررسی مقادیر استاندارد شده بتا نشان داد که افزایش مقدار STI به ترتیب تحت تأثیر مقادیر نیتروژن، سولفات و نهایتاً کلو بود. نمودار سه بعدی رابطه بین سه متغیر، عملکرد در شرایط تنش (YS)، عملکرد در شرایط بدون تنش (Yp) و STI، را در ارتباط با عملکرد دانه (شکل

⁷ Principal Component Analysis

⁸ Std Beta



شکل ۲-نمودار پراکنش بین Y_s و شاخص STI در ارتباط با کاهش گلش

(PCA2) حدود ۶۶ و ۳۴ درصد واریانس‌ها را توضیح دادند. به طوری که این دو مولفه با عملکرد و شاخص STI همبستگی داشتند (گل آبادی و همکاران، ۲۰۰۶).

در ارتباط با عملکرد کاه و کلش (جدول ۷) نیز مولفه اول (شاهد) بیشترین درصد از کل واریانس‌ها را شامل شد و همبستگی بالایی با عملکرد در شرایط تنفس و شاخص‌های Yr.GMP.MP.TOL و STI نشان داد. این مولفه با دو شاخص TOL و SSI ارتباطی پایین و منفی برخوردار بود. مولفه دوم (نسبت ۱:۱ کلر به سولفات) برای شاخص‌های TOL و SSI همبستگی بسیار مثبت و بالایی نسبت به سایر شاخص‌ها نشان داد. مطالعه بر گزینش واریته‌های مقاوم به خشکی در گندم نشان داد که ۹۹/۵ درصد تغییرات بین شاخص‌ها توسط دو مولفه اول و دوم قابل توجیه بود (عشقی و خلیل زاده، ۲۰۰۶). مولفه اول با شاخص‌های Yr.GMP.MP.TOL و STI همبستگی مثبت و با شاخص STI همبستگی منفی نشان داد و مولفه دوم تنها با دو شاخص STI و Yr همبستگی مثبت نشان داد (عشقی و خلیل زاده، ۲۰۰۶).

بیشترین تغییرات بین داده‌ها برای عملکرد دانه (جدول ۶) و عملکرد کاه و کلش گیاه (جدول ۷) توسط دو مولفه اول (شاهد و نسبت کلر به سولفات ۱:۱) به ترتیب $99/4$ و $99/8$ درصد بیان شد و حذف سایر مولفه‌ها (نسبت‌ها) تاثیر چندانی در میزان تغییرات نداشت. در خصوص عملکرد دانه (جدول ۶) مولفه اول (شاهد) بیشترین درصد از کل واپیاس‌ها را شامل شد و همیستگی مشتبه و بالایی با عملکرد در شرایط تنفس و ساختارهای STI، MP و GMP نشان داد. این مولفه (شاهد) با دو ساختار TOL و Yr از همیستگی پایین و منفی و با SSI نیز از همیستگی پایین ولی مشتبه برخوردار بود. مولفه دوم (نسبت ۱:۱ کلر به STI) برای ساختارهای TOL، MP و STI نسبت‌ها می‌باشد. تجزیه به مولفه‌های اصلی در مطالعه اثر تنفس خشکی بر گندم نان نشان داد که دو مولفه اول (مولفه تجزیه کننده پتانسیل تولید در برابر مقاومت به خشکی؛ PCA₁) و دوم (مولفه جدا کننده رُزوتیپ‌های مقاوم از رُزوتیپ‌های حساس به خشکی؛

جدول ۶. مقادیر ویژه حاصل از ماتریس همبستگی شاخص‌های کمی مقاومت به تنش در عملکرد دانه

مولفه	نسبت‌ها	ویژه	مقادیر	جمعی	سهم	بردار‌های ویژه	STI	SSI	Yr	GMP	MP	TOL
۱	نسبت صفر کلر به سولفات (شاهد)	۲/۳۱۵۷	۵۵/۲۶۱	۰/۴۲۷۵۴	۰/۴۶۶۴	۰/۴۰۲۹۱	۰/۲۳۳	۰/۱۳۲۶				
۲	نسبت ۱:۱ کلر به سولفات	۲/۶۷۲۷	۹۹/۸۰۶	۰/۴۷۴۷۱	۰/۳۶۹۱۶	۰/۱۳۲۲۷۰	۰/۱۳۶۲۹	۰/۱۵۸۶۶۲				
۳	نسبت ۲:۱ کلر به سولفات	۰/۰۱۱۳	۹۹/۹۹۸	۰/۸۸۱۸۶	۰/۶۸۱۸۶	۰/۱۳۸۹۲	۰/۰۵۳۸۲۹	۰/۰۲۴۰۸۳	۰/۰۱۶۴۶۳			
۴	نسبت ۳:۱ کلر به سولفات	۰/۰۰۰۳	۱۰۰/۰	۰/۷۳۶۸۸	۰/۴۲۴۲۸	۰/۱۳۱۶۲	۰/۰۳۱۳۵	۰/۰۳۳۲۵۴				
۵	نسبت ۱:۲ کلر به سولفات	۰/۰۰۰۰	۱۰۰/۰	۰/۴۱۲۸۳	۰/۵۲۷۵۸	۰/۰۲۲۸۷	۰/۰۷۷۰۷۴	۰/۰۷۱۰۷۴				
۶	نسبت ۱:۳ کلر به سولفات	۰/۰۰۰۰	۱۰۰/۰	۰/۰۳۶۸۳	۰/۰۱۰۱۵۷	۰/۰۱۰۱۵۷	۰/۰۰۰۰۲۷	۰/۰۰۰۰۲۷				

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

مولفه	نسبت‌ها	ویژه	مقادیر	جمعی	سهم	بردار‌های ویژه	STI	SSI	Yr	GMP	MP	TOL
۱	نسبت صفر کلر به سولفات (شاهد)	۴/۴۱۴۳	۵۲/۰۶۲	۰/۴۶۴۰۲	۰/۴۶۴۰۲	۰/۰۴۶۲۹۴	۰/۰۴۴۹۶۷	۰/۰۲۴۸۴۳				
۲	نسبت ۱:۱ کلر به سولفات	۲/۳۶۰۶	۹۹/۷۱۴	۰/۰۱۱۳۹	۰/۰۸۴۴۸	۰/۰۱۰۱۹۲	۰/۰۶۸۱۷۹	۰/۰۵۹۶۳۸	۰/۰۱۸۲۸۰			
۳	نسبت ۲:۱ کلر به سولفات	۰/۰۱۷۹	۹۹/۹۷۰	۰/۰۱۰۰۴۱	۰/۰۱۴۹۸۷	۰/۰۴۵۳۹۶	۰/۰۳۷۴۳۸	۰/۰۲۵۵۵۲				
۴	نسبت ۳:۱ کلر به سولفات	۰/۰۰۲۱	۱۰۰/۰	۰/۰۲۸۵۸۴	۰/۰۰۵۸۳۸	۰/۰۰۵۸۳۸	۰/۰۲۴۴۰	۰/۰۷۸۹۹۶				
۵	نسبت ۱:۲ کلر به سولفات	۰/۰۰۰۰	۱۰۰/۰	۰/۰۰۰۰۲۱	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰				
۶	نسبت ۱:۳ کلر به سولفات	۰/۰۰۰۰	۱۰۰/۰	۰/۰۳۵۰۲۲	۰/۰۵۹۰۳۳	۰/۰۵۹۰۳۳	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰				

به سولفات با سطح نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار دارای مقدار STI در رابطه با عملکرد دانه بالاتر نسبت به سایر نسبت‌ها بود. جداسازی و گروه بندی تیمارهای آزمایش توسط تجزیه خوشها برای عملکرد کاه و کلشن (شکل ۴) نشان داد که نسبت کلر به سولفات صفر با سطح نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار، نسبت ۲:۱ کلر به سولفات در هر دو سطح نیتروژن ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم

شکل‌های ۳ و ۴ گروه بندی تیمارها بر اساس روش تجزیه خوشها را نشان می‌دهد. بررسی دندروگرام حاصل از تجزیه خوشها برای عملکرد دانه با شاخص STI نشان داد تنها نسبت کلر به سولفات صفر با سطح نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار با سایر تیمارهای آزمایش دارای اختلاف معنی‌داری بوده و در گروه دیگری قرار دارند (شکل ۳). پس از آن نسبت ۱:۲ کلر

هکتار در یک گروه بندی مجزا قرار گرفتند. به طور کلی دسته اول دارای مقدار STI بالاتر نسبت به دسته دوم بودند (شکل ۴).

در هکتار و نیز سمت کلر به سولفات صفر با سطح بیترون ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، نسبت ۱:۱ کلر به سولفات در هر ۵۰ سطح نترورون ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در

شکل ۳. دندروگرام حاصل از تعزیه خوشای بر انسان
شکل ۴. دندروگرام حاصل از تعزیه خوشای بر انسان
برای عملکرد کاه و کلش گیاه STI

های متحمل به خشکی در جو می باشند (گرمه و همکاران، ۱۳۸۵).

با توجه به هدف این آزمایش که انتخاب شاخص مناسب برای تعیین عملکرد بالا در شرایط نتش بود،
شاخص STI بهترین شاخص بوده و نشان دهنده عملکرد بالای گیاه در شرایط نتش و مطلوب می‌باشد.
براساس این شاخص نسبت‌های ۲:۱ و ۲:۱ کلر به سولفات برای عملکرد دانه و نسبت‌های ۱:۱ و ۱:۲ کلر به سولفات برای عملکرد گاه و کلش بیشترین مقاومت نسبت به نتش را از خود نشان دادند. محققان در مطالعه روی جوهای معمولی و بدون بوشته، از مقادیر بالای شاخص STI برای انتخاب زننیب‌های منحمل به شوری استفاده نمودند (نوری نیا و همکاران، ۱۳۸۲).

در شاخص STI علاوه بر عملکرد گاه در شرایط مطلوب و نتش، به جای میانگین حسابی از میانگین هندسی استفاده می‌شود. گاهی اوقات مشکل ارزیابی نویسندگان این شاخص از نساوی میانگین هندسی جفت اعدادی ناشی می‌شود که با یکدیگر تفاوت شدیدی دارند. لیکن این بررسی نشان داد که تسمارهایی که در شرایط مطلوب و نتش عملکرد بالایی داشتند در گروه STI بالاتر قرار گرفتند. لذا در مجموع شاید بتوان گفته که این شاخص کارایی زیادی در تعیین عملکرد بالای گاه در دو شرایط مطلوب و نتش شوری را از خود نشان داد. تناسبایی ارقام متحمل به خشکی در حواله شرایط آبی و دیم نشان داد که GMP، MP و STI مناسبترین شاخص‌ها برای غربال کردن رنومیپ

منابع

ابطحی، ع.، ۱۳۸۰. واکنش نهال دو رقم پسنه نسبت به مقدار و نوع شوری خاک در شرایط گلخانه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۵، ص. ۹۲-۹۹.

امامی، ح. آستارالی، ع. نقی زاده اصل، ز. ۱۳۸۲. تاثیر سطوح شوری با نسبت‌های مختلف کلر به سولفات و مقادیر مختلف نیتروژن بر گیاه گندم، ۵، شرایط گلخانه، مجله سالانه، ج. ۸، ص. ۳۱۲-۳۲۲.

شاھسوند حسنی، ج.، و عبد میشانی، س.، ۱۳۷۲. ارزیابی ارقام گندم ایرانی از نظر تحمل به شوری. خلاصه مقالات اولین کنگره اسلامی اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ک.ج. ص. ۵۵.

- دغفانی، م، علیزاده، ا، کمالی، غ، وظیفه دوست، م، محمدیان، آ، حمزه نوری، اح، ۱۳۸۶. نیازآبی گیاهان در ایران. انتشارات آستان قدس رضوی ۲۱۳ص.
- عابدی، م، ج، ابراهیمی بیرنگ، ن، مهردادی، ن، چراغی، ع، م، نیزی، س، ماهرانی، م، خالدی، ه، ۱۳۸۱. استفاده از آب شور در کشاورزی پایدار، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- فتح باهری، س، جوانشیر، ع، کاظمی، ح، حجازی، ا، ۱۳۸۲. ارزیابی برخی از شاخص‌های تحمل به خشکی در چند زنوتیپ جو بهاره. مجله دانش کشاورزی، ۱۲، ص. ۲۰۵-۱۹۵.
- فرشادفر، ع، زمانی، هر، مطلبی، م، امام جمعه، ع، ۱۳۸۰. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین‌های نخود. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۲، ص. ۱۱۳-۱۰۵.
- کرمی، ع، قادها، هر، نقوی، هر، مرادی، م، ۱۳۸۵. شناسایی ارقام متتحمل به خشکی در جو. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۷، ص. ۳۷۹-۳۷۱.
- نورمند مؤید، ف، ۱۳۷۶. بررسی تنوع صفات کمی و روابط آنها با عملکرد گندم نان (*T. aestivum*) شرایط دیم و آبی و تعیین بهترین شاخص‌مقادیر به خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۷، ۱۰۰ص.
- نوری نیا، ع، نادری، د، یغمایی، د، ۱۳۸۲. ارزیابی و انتخاب زنوتیپ‌های جو معمولی و بدون پوشینه متتحمل به شوری. مجموعه مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه گیلان، ص. ۲۶۵.
- وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۷. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵. جلد اول، محصولات زراعی، معاونت امور برنامه ریزی، اقتصادی و بین‌المللی. دفتر آمار و برنامه ریزی اطلاعات.
- Clark, J.M., Townley-Smith, T.F., McCaig, T.N., Green, D.G., 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. Crop Sci. 24, 537-541.
- Clark, J.M., Depauw, R.M., Townley-Smith, T.F., 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. Crop Sci. 32, 723-728.
- Eshghi, A.G., Khalizadeh, G.H., 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. Beijing, China. pp.728-729.
- Fernandez, G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of adaptation for food crops to temperature and water stress symposium. Taiwan. pp. 257-270.
- Fischer, R.A., Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aus. J. Agric. Res. 29, 897-912.
- Golabadi, M., Arzani, A., Mirmohammadi Maibodi, A.M., 2006. Assessment of Drought Tolerance Segregating Populations in Durum Wheat. Afric. J. Agric. Res. 1, 162-171.
- Heinrich, G.M., Francis, C.A., Eastin, J.D., 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. Crop Sci. 23, 209-212.
- Manchanda, H.R., Sharma, S.K., 1989. Tolerance of chloride and sulphate salinity in cheikpea (*Cicer arietinum* L.). Agric. Sci. 113, 407-410.

- Mass, E. V., 1984. Salt tolerance of plants. In: Christie, B.R. (Ed.), *Handbook of Plant Science in Agriculture*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp1-25.
- Mohammadi, R., Haghparast, R., Aghaee, M., 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. The 8th International Conference on Development of Drylands, Beijing, China, p.236.
- Pittman, D.W., 1968. Soil factors affecting the toxicity of alkali. *J. Agric. Res.* 15, 235-243.
- Rosielie, A.A., Hamblin, J., 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 21, 943 -946.
- Roustaii, M., Zadhehassan, E., Ketata, H., 2005. Adaptability and stability analysis of grain yeild in advanced bread wheat lines in cold and moderate dryland areas of Iran. The 8th International Conference on Development of Drylands, Bejing, China, pp.138-139.
- Singla, R., Garg, N., 2002. Physiological basis of salt tolerance in desi and kabuli genotypes of chickpea. Proceeding of 1st Chandigarh Science Congress, Section13:Plant Sci.p.13.
- Watkins, C.B., Brown, J., Dromgoole, F.J., 1988. Salt-tolerance of the coastal plant, *Tetragonia trigyna* Banks et Sol. ex Hook, (climbing New Zealand spinach). *New Zealand J. Botany*. 26, 153-162.



Evaluation of salinity stress tolerance indices derived from Cl/SO₄ anionic ratios and nitrogen fertilizer in barley (*Hordeum vulgare L.* var. *Nosrat*)

M. Eskandary Torbaghan^{1*}, A. Astaraei², M. Eskandary Torbaghan³, A. Ganjali⁴

1. Researcher of Agricultural and Natural Resources Research Center of North Khorasan,
2. Faculty member, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad,
3. Academic member of Agricultural and Natural Resources Research Center of North Khorasan,
4. Academic member of Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad.

Abstract

Salinity stress has an important role in reducing crop production. Chlorine and Sulfate toxicity in waters and soils are the main factor in reducing growth and yield of most of plants. Tolerance and sensitive indices related to Cl and SO₄ in irrigation water and effect of nitrogen fertilizer on barley yield was evaluated in a factorial experiment based on completely randomized design with three replications, under greenhouse condition. Quantitative indices of stress tolerance such as mean productivity (MP), tolerance index (TOL), geometric mean productivity (GMP), stress susceptibility index (SSI), reduction yield ratio (Yr) and stress tolerance index (STI) were calculated. Results showed that STI had a positive and high significantly correlation with grain yield and plant biomass. Correlation of grain yield and plant biomass with STI index showed that the negative effect of Cl anion was more than SO₄ in barley tolerance to salinity. Also Cl/SO₄ anion ratios 1:3 and 1:2 in grain yield and 1:2 and 1:1 in plant biomass imposed highest tolerant in salinity compared to non stress conditions.

Keywords: Cl/SO₄ anionic ratios, nitrogen, salinity stress, barley.

Corresponding Author: Mehrnoosh Eskandary Torbaghan, Agricultural Garden- Dolat Boulevard- Bojnord, North Khorasan Province, Iran. P.O.Box: 941555-1378
Tel: +98 0584 2222105, Fax: +98 0584 2236288, E-mail: mehrnoosh_eskandary@yahoo.com