ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی درتشخیص ژنوتیپ‌های چغندرقند تحت شرایط تنش خشکی اوایل فصل رشد

Evaluation of drought tolerance indices in determining sugar beet genotypes under early season drought stress conditions

رحیم محمدیان[1]، سید یعقوب صادقیان مطهر[2]،محمدمقدم[3] و حمید رحیمیان[4]

ر, محمدیان. س, ی, صادقیان مطهر. م, مقدم و ح, رحیمیان. ۱۳۸۱. ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی درتشخیص ژنوتیپ‌های چغندرقند تحت شرایط تنش خشکی اوایل فصل رشد. **چغندرقند. ۱۸(۱) : ۴۹-۲۹**

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی برخی از شاخص‌های تحمل به خشکی و روابط آنها با عملکرد نهائی شکر سفید در شرایط تنش اوایل فصل رشد و شرایط بدون تنش در تعدادی از ژنوتیپ‌های چغندرقند انجام گردید. برای این منظور آزمایشاتی در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان واقع درشهرستان مشهد طی سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹انجام شد. آزمایشات به صورت اسپلیت پلات و با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. در کرت‌های فرعی نه ژنوتیپ به صورت تصادفی قرارگرفتند. در هر سه سال آزمایش شش ژنوتیپ به صورت مشترک بودند. در کرت‌های اصلی سطوح تنش آبی با دو سطح یعنی اعمال تنش آبی در مراحل اولیه رشد، بعد ازمرحله استقرار بوته‌ها (چهار تا هشت برگی) و عدم اعمال تنش آبی در طی دوره رشد به صورت تصادفی قرارگرفتند. شاخص‌های مورد بررسی در این تحقیق عبارت بودند از اختلاف عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و نسبت آنها، شاخص حساسیت به تنش، میانگین حسابی و میانگین هندسی عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص تحمل به تنش. در بین این شاخص‌ها میانگین حسابی و میانگین هندسی عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص تحمل به تنش بهتر توانستند عملکرد نهائی شکرسفید در شرایط تنش و بدون تنش را پیش‌بینی نمایند. با توجه به برنامه اصلاحی ممکن است شاخص و یا شاخص‌های متفاوت برای گزینش ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش، شاخص‌های نسبت عملکرد در شرایط تنش و عدم تنش و همچنین میانگین حسابی عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش به طور توام برای شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب برای هر شرایط (تنش و بدون تنش) توصیه شد. اگر در برنامه اصلاحی هدف غربال ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط تنش باشد، علاوه بر نسبت عملکرد در شرایط تنش و عدم تنش بهتر است عملکرد نهایی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نیز در نظر گرفته شود. در بین شش ژنوتیپ مشترک در سه سال آزمایش، ژنوتیپ‌های 7233.P3 و MSTC2 به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش آبی جهت استفاده در برنامه های اصلاحی شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی, تحمل, تنش خشکی, چغندرقند, خشکی, شاخص

---

۱ – مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان r_mohammadian@hotmail.com

۲ – موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذرچغندرقند

۳– دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

۴– دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

مقدمه

اصلاحگران نباتات و فیزیولوژیست‌ها سال‌ها است که مسأله تحمل به خشکی را در گیاهان مورد مطالعه قرار داده‌اند. گیاهان زراعی به وسیله مکانیزم‌های مختلفی در مقابل خشکی پایداری‌می‌کنند. فرار از خشکی تنها خصوصیت اجتناب کننده‌های واقعی از خشکی‌می‌باشد (Hasegawa 1998). خصوصیاتی که باعث سازگاری به خشکی می‌گردند تحت کنترل ژنتیکی می‌باشند. اما به جز دوره رشد، به نظر می‌رسد که هر یک از این صفات به تنهایی دارای اثرات کمی بر بهبود تولیدات گیاهی، مقاومت به خشکی و عملکرد هستند (Fischer and Wood 1979, Acevedo et al. 1991) لذا، تنها از روی یک خصوصیت نمی‌توان واکنش به خشکی را در گیاه پیش‌گویی‌کرد و چندین ملاک انتخاب برای این کار لازم می‌باشد. (Nass and Sterling 1981, Blum 1978, Acevedo and Ceccarelli 1989) یا این که صفت مورد نظر می‌باید به طور مداوم طی دوره رشد اندازه‌گیری شود که این کار معمولاً غیر عملی بوده و در بسیاری از حالات امکان‌پذیر نمی‌باشد. (Acevedo 1991)

تحمل به خشکی معمولا براساس توانائی تولید گیاه تحت تنش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. علی‌رغم آنکه، برخی از مکانیزم‌های فیزیولوژیکی و عملیات زراعی نیز ممکن است باعث افزایش عملکرد و یا پایداری عملکرد تحت تنش گردد، بدون آنکه ضرورتاً ارتباطی با مقاومت حقیقی به تنش آبی ژنوتیپ داشته باشد(Acevedo 1991). عملکرد در شرایط تنش، بستگی به پتانسیل عملکرد (عملکرد در شرایط نبود تنش)، فرار از خشکی و یا سازگاری به آن یعنی مقاومت به خشکی دارد (Fischer and Maurer 1978, Acevedo 1991). جداسازی اثرات پتانسیل عملکرد و فنولوژی از عملکرد در شرایط تنش خشکی می‌تواند اصلاح ارقام به خشکی و شناسایی مکانیزم‌های مقاومت به خشکی را تسهیل نماید (Fischer and Maurer 1978).

فیشر و مورر (Fischer and Maurer 1978) جهت جداسازی اثرات پتانسیل عملکرد، شاخص حساسیت به‌خشکی[1] (SSI) را با استفاده از معادله ۱ تعریف نموده‌اند:

$$SSI = \frac{\left(1 - \frac{Yd}{Yp}\right)}{SI} \qquad \text{معادله (۱)}$$

که در این فرمول SI[2] (شدت خشکی) $\left(SI = 1 - \frac{\overline{Yd}}{\overline{Yp}}\right)$، Ypو Yd به ترتیب عملکرد در شرایط تنش وبدون تنش و $\overline{Yp}$ و $\overline{Yd}$ به ترتیب متوسط عملکرد کلیه ارقام در شرایط بدون تنش و تنش می‌باشند. مقادیر SI از صفرتایک تغییر می‌کند. تقسیم نمودن برSIفقط زمانی اقتضا می‌کند که آزمایشاتی با شدت‌های مختلف تنش با یکدیگر ترکیب شوند. برای هر آزمایش SSI معادل نسبت عملکرد در شرایط تنش به شرایط بدون تنش (Yd/Yp) است. این نسبت نیز به عنوان یک شاخص

1- Stress Susceptibity Index
2- Stress Intensity

تحمل به تنش مورد استفاده قرارمی‌گیرد (Link et al. 1999). فیشر و مورر اظهار داشته‌اندکه علیرغم حذف اثرات‌پتانسیل عملکرد از عملکرد در شرایط تنش، باز هم در برخی از آزمایشات رابطه مثبتی بین Yp و SSI مشاهده می‌شود و لذا نتیجه‌گیری نمودند که این امر ممکن است به دلیل صفاتی باشد که برای عملکرد در شرایط تحت تنش خشکی مناسب بوده ولی تحت شرایط عدم تنش مناسب نیستند. هم چنین باید اشاره شود که اگرچه SSI می‌باید مستقل از شدت خشکی باشد (Fischer and Maurer 1978, Acevedo 1991) اما مقادیر واقعی آن بستگی به ارقامی دارد که در شاخص تنش (شاخص‌محیطی) استفاده شده است (Fischer and Maurer 1978) و لذا این شاخص تا حدی دارای اثرات‌متقابل ژنوتیپ × محیط می‌باشد (Acevedo 1991).

علاوه بر حساسیت به خشکی، پایداری عملکرد نیز برای اصلاح‌کنندگان نبات مهم می‌باشد. یکی از این راه‌ها روش استفاده از رگرسیون عملکرد هر ژنوتیپ در محیط‌های مختلف و انحرافات ازرگرسیون می‌باشد (Finlay and Wilkinson 1963, Eberhart and Russell 1966). فینلی وویلکینسون (Finlay and Wilkinson 1963). ضریب رگرسیون نزدیک به صفر را نشان دهنده پایداری عملکرد دانستند. اما ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell 1966) نشان داده‌اند واریته‌هایی که ضریب رگرسیون آنها کمتر از یک است معمولا دارای میانگین عملکرد کم هستند.تصمیم برای آن‌که ژنوتیپ‌هایی با میانگین عملکرد بالا و ضریب رگرسیون یک و یا ژنوتیپ‌های برخوردار از ضریب رگرسیون کم و عملکرد کم انتخاب شوند بستگی به شرایط منطقه دارد. در کشاورزی پایدار، پایداری عملکرد اهمیت بیشتری ازمیانگین عملکرد در محیط‌های مطلوب دارد. در صورتی که در برخی شرایط ممکن است متوسط عملکرد بالا مورد نظر باشد.

لانگر و همکاران (Langer et al. 1979) اختلاف عملکرد هر ژنوتیپ در دو محیط دارای تنش و بدون تنش (Yd-Yp) را به عنوان یک روش اندازه‌گیری پایداری ارقام در محیط‌های مختلف پیشنهاد داده‌اند. آنها نشان داده‌اند که ضریب رگرسیون عملکرد ارقام در محیط‌های دارای تنش و بدون تنش و اختلاف عملکرد دارای همبستگی بالایی می‌باشند. فرناندز (Fernondez 1991) گزارش کرده است که در بیشتر آزمایشات همبستگی اختلاف عملکرد ارقام در دو محیط دارای تنش و بدون تنش و SSI منفی می‌باشد.

روزیل و همبلین (Rosielle and Hamblin 1981) انتخاب ژنوتیپ‌ها برای شرایط تنش و غیر تنش را با استفاده از دو روش انتخاب بر اساس تحمل به تنش (اختلاف عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش) و انتخاب براساس میانگین عملکرد[1] (MP)در شرایط

1- Mean Productivity

تنش و غیرتنش را مورد ارزیابی قرار دادند. روزیل و همبلین اظهار داشتند که چون‌همبستگی ژنتیکی عملکرد در شرایط غیر تنش با تحمل به تنش در بسیاری از موارد منفی است، لذا انتخاب بر اساس اختلاف عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش معمولا باعث کاهش عملکرد درشرایط غیر تنش و افزایش عملکرد در محیط‌های تحت تنش می‌گردد. این محققین همچنین نشان دادند که انتخاب بر اساس MP معمولا باعث افزایش‌عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش می‌گردد.آنها همچنین ثابت نمودندکه انتخاب‌بر اساس اختلاف عملکرد تحت تنش و غیرتنش که با ضریب رگرسیون عملکرد در محیط‌های‌مختلف دارای همبستگی مثبت و بالا می‌باشد زمانی باعث کاهش میانگین عملکرد میگردد که واریانس ژنتیکی عملکرد در شرایط تنش کمتر از شرایط غیرتنش باشد و اگر واریانس ژنتیکی‌عملکرد در شرایط تنش بیش از شرایط غیرتنش باشد باعث افزایش میانگین عملکرد می‌گردد و این شرایط معمولا رخ نمی‌دهد. آنها باتوجه به بررسی‌های انجام شده نتیجه گرفتند که برای اصلاح کنندگان نباتات بهترین شرایط حالتی است که واریانس ژنتیکی در محیط‌های تنش بیش از شرایط غیرتنش باشد و همبستگی ژنتیکی بین عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش نیز مثبت و بسیار بالا باشد. زیرا در این شرایط، میانگین تولید و یا اختلاف عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش به صورت مثبتی با یکدیگر رابطه خواهند داشت و عملکرد در هر دو شرایط تنش و غیرتنش افزایش خواهد یافت. آنها اضافه نمودند که متأسفانه این شرایط به ندرت رخ می‌دهد. انتخاب براساس یکی از دو روش یعنی میانگین عملکرد و یا اختلاف عملکرد شرایط تنش و غیرتنش، بستگی به شرایط برنامه اصلاحی دارد (Rosielle and Hamblin 1981).

از آنجا که میانگین عملکرددر شرایط تحت تنش و بدون تنش، میانگین حسابی را در برمی‌گیرد، به دلیل اختلاف نسبتاً زیاد بین Yd و Yp، مقدار میانگین تمایل به سمت مقادیر بالای عملکرد یعنیYp دارد. لذا برای حل این معضل، میانگین هندسی عملکرد[1] (GMP)پیشنهاد شده است که‌حساسیت کمتری به مقادیر بالاتر دارد. مقادیر GMP از معادله ۲ بدست‌می‌آید (Fernandez 1991):

$$GMP = \sqrt{Yd \times Yp} \qquad \text{معادله(۲)}$$

فرناندز شاخص دیگری رابرای تحمل به خشکی[2] (STI) پیشنهاد داده است . او مقدارSTI را بر اساس میانگین هندسی عملکرد در شرایط تحت تنش و بدون تنش (GMP) بر اساس رابطه ۳ برآورد نمود:

$$STI = \frac{(Yp \times Yd)}{\overline{Y}p2} \qquad \text{معادله(۳)}$$

لذا همبستگی بین STI و GMP بسیار بالا می‌باشد. مقادیر بالای STI برای یک ژنوتیپ به مفهوم تحمل بیشتر تنش و پتانسیل عملکرد بالا می‌باشد. مقادیر شدت تنش نیز در تخمین STI وارد شده است.

1-Geometric Mean Productiviry
2-Stress Tolerance Index

باتوجه به اینکه در شرایط تنش، شاخص‌های متفاوتی برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها ارائه شده است، لذا باتوجه به اهداف مورد نظر ممکن است ازیک و یا ترکیبی از چند شاخص استفاده شود. این تحقیق به منظور بررسی برخی از شاخص‌های تحمل به خشکی و روابط آنها با عملکرد نهائی در شرایط دارای تنش اوایل فصل رشد و شرایط بدون تنش در تعدادی از ژنوتیپ‌های چغندرقند انجام شده است. مهمترین اهداف این پژوهش به شرح زیر می‌باشند:

۱- تعیین عکس‌العمل ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند نسبت به تنش کم آبی.

۲-شناسائی ومعرفی شاخص‌های مهم برای غربال ژنوتیپ‌های چغندرقند متحمل به تنش خشکی اوایل فصل‌رشد.

۳- شناسائی ومعرفی برخی از ژنوتیپ‌های چغندرقند متحمل به تنش کم آبی مراحل اولیه رشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سه سال متوالی (۱۳۷۷ تا ۱۳۷۹) در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان واقع در شهرستان مشهد، انجام گردید.آزمایش‌ها به صورت اسپلیت پلات و با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردیدند. درکرت‌های اصلی سطوح تنش آبی با دو سطح شامل اعمال تنش آبی در مراحل اولیه رشد (بعدازمرحله استقراربوته‌ها) و عدم اعمال تنش آبی قرار گرفتند.کرت‌های فرعی به ژنوتیپ‌های چغندرقند اختصاص یافت. اسامی ژنوتیپ‌ها در جدول شماره ۲ آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود در هر سه سال آزمایش شش ژنوتیپ مشترک بودند. هر کرت شامل هشت خط و به طول هشت متر بود.

نظر به اینکه کشاورزان استان خراسان معمولا با توجه به شرایط آب و هوائی هر محل از اوایل فروردین تا اواخر خردادماه که همزمان با مرحله رشد زایشی و رسیدگی غلات می‌باشد از آبیاری مزارع چغندرقند خودداری می‌نمایند، در این پژوهش سعی گردید همانند روش آنان تیمار آبیاری اعمال شود و برای اطمینان از عدم بارندگی در طی دوره تنش، کشت و اعمال تنش با تاخیر انجام گرفت. کشت در سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۷۸و۱۳۷۹ به ترتیب در سوم خردادماه، بیستم اردیبهشت و نوزدهم اردیبهشت ماه انجام شد. پس از کاشت بذر و اعمال سه آبیاری جهت جوانه‌زنی بذرها و سبز کردن گیاهچه‌ها، در مرحله چهار تا هشت برگی اقدام به تنک نمودن گیاهچه‌ها گردید. مدت اعمال تیمار تنش آبی درکرت‌های مربوطه در سال‌های ۷۷ ، ۷۸ و ۷۹ به ترتیب ۴۱، ۵۳ و ۵۵ روز بودند. طی این دوره در هیچ یک ازسال‌ها هیچ گونه بارندگی مؤثری ثبت نگردید. پس از گذشت دوره قطع آبیاری تا انتهای دوره رشد کلیه کرت‌ها به طور همزمان آبیاری شدند. عملیات زراعی و مبارزه با علف‌های هرز, آفات و بیماری سفیدک در زمان لازم طی دوره رشد انجام گرفتند.

برداشت نهائی در سال‌های ۱۳۷۷و ۱۳۷۸ در نیمه دوم آبانماه و در سال ۱۳۷۹ درنیمه اول آذرماه صورت پذیرفت. برداشت نهائی ریشه‌ها از سطحی حدود پنج متر مربع از هر کرت انجام گرفت. بعد از شستشو، ریشه‌ها توزین و مقدار وزن خالص آن‌ها ثبت گردید. از ریشه‌ها به وسیله دستگاه تهیه خمیر، به صورت تصادفی نمونه خمیر تهیه گردید و بعداز انجماد به آزمایشگاه تجزیه کیفی موسسه تحقیقات‌چغندرقند ارسال گردید. با تعیین درصد قند خالص ریشه‌ها از طریق تفاضل درصد قند ملاس از درصدقند ریشه‌ها در هرکرت مقدار عملکرد شکرسفید[1] (WSY) برای هر کرت از حاصل ضرب درصد قند خالص در عملکرد ریشه محاسبه گردید.

با توجه به اینکه در چغندرقند، عملکرد شکر سفید از اهمیت بیشتری برخوردار است، در محاسبه شاخص‌های تحمل به خشکی، عملکرد شکر سفید مورد استفاده قرار گرفته است. شاخص‌های مورد بررسی دراین پژوهش عبارتند از:

۱- نسبت عملکرد شکرسفید در شرایط تنش به شرایط غیر تنش (WSYst/WSYnonst) نشان‌دهنده تحمل به تنش می‌باشد.که در این رابطه WSYst عملکرد قند قابل استحصال نهایی در هکتار در شرایط تنش اوایل فصل و WSYnonst عملکرد قند قابل استحصال نهایی در هکتار در شرایط بدون تنش می‌باشد.

۲- اختلاف عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش (WSYst-WSYnonst)که نشان‌دهنده تحمل به تنش خشکی می‌باشد وهمچنین با پایداری عملکرد هر ژنوتیپ همبستگی بالائی دارد (Langer et al. 1979).

۳- شاخص حساسیت به تنش (SSI) که با استفاده از عملکرد شکرسفید در شرایط تنش و بدون تنش و معادله ۱ محاسبه گردید. برای هر سال یک SI محاسبه شد که درآن تنها عملکرد شکر سفید شش ژنوتیپ مشترک در سه سال در نظر گرفته شد.

۴- میانگین حسابی عملکرد شکر سفید در شرایط تنش و بدون تنش (MP) بااستفاده از رابطه ۴:

معادله (۴)
$$MP = \frac{(WSYst + WSYnonst)}{2}$$

۵- میانگین هندسی عملکرد شکر سفید (GMP) بااستفاده از معادله ۲ انجام شد.

۶- شاخص تحمل به تنش (STI) با استفاده از معادله ۳ صورت گرفت.

نتایج و بحث

بااستفاده از عملکرد نهائی شش ژنوتیپ مشترک در سه سال آزمایش شدت تنش خشکی (SI) محاسبه گردید و مقادیر آن برای عملکرد ریشه و عملکرد شکر در هکتار در سال ۷۷ به ترتیب ۰/۱۱و ۰/۰۷۳، در سال ۷۸ به ترتیب ۰/۲۲۷ و ۰/۱۹۵ و درسال ۷۹ به ترتیب ۰/۱۹۱ و ۰/۱۷۲ برآورد شد. این

1- White Sugar Yield

محاسبات نشان دهنده آن است که شدت تنش خشکی بر این دو صفت در سال‌های ۷۸و۷۹ تقریباً مشابه و اثرات تنش در این دو سال بیشترازسال ۷۷ بود. میانگین دمای تجمعی و تبخیر و تعرق تجمعی از طشتک تبخیر کلاس A درسه سال آزمایش نیزنشان دهنده آن است که مقادیر دمای تجمعی و همچنین تقاضا برای تبخیر و تعرق در سال‌های ۷۸ و ۷۹ بیش از سال ۷۷ بوده است (شکل ۱).

جدول یک تجزیه واریانس عملکرد شکرسفید را در دو شرایط دارای تنش و بدون تنش در سه سال آزمایش (۱۳۷۷، ۱۳۷۸و۱۳۷۹) نشان می‌دهد. بامحاسبه نسبت واریانس ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد شکرسفید در شرایط تنش اوایل فصل رشد به شرایط بدون تنش معلوم شد که مقدار آن درسال ۷۷ برابر ۰/۳۳، درسال۷۸ برابر ۰/۴۰ و درسال ۷۹ برابر ۰/۴۰ می‌باشد. لذا معلوم شدکه در هر سه سال آزمایش واریانس ژنوتیپ‌ها در شرایط دارای تنش کمتر از شرایط بدون تنش بود. این پدیده توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Abdelmula and Link 1998, Ramirez-Vallejo and Kelly 1998). بالا بودن واریانس ژنوتیپ‌ها باعث می‌شود که اختلافات بین ژنوتیپ‌ها بهتر مشخص گردد. بنابراین، اختلافات بین ژنوتیپ‌ها در هر سه سال آزمایش در شرایط بدون تنش در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است، در حلی که تفوت بیـ ژنوتیپ‌ها در شرایط دارای تنش معنی‌دار نشده است(جدول ۱). کم بودن واریانس ژنوتیپ در شرایط دارای تنش نسبت به شرایط بدون تنش باعث‌کاهش وراثت‌پذیری عملکرد در شرایط دارای تنش می‌گردد. (Abdelmula and Link 1998, Ramirez-Vallejo and Kelly 1998).

اگرچه ثابت شده است که تحمل به خشکی وراثت‌پذیر است (Abdelmula et al. 1999) ولی بررسی عملکرد تنها، در شرایط دارای تنش نمی‌تواند مشخص کننده اختلافات مقاومت به خشکی باشد و بررسی عملکرد در شرایط بدون تنش نیز ضرورت دارد (Fischer and Wood 1979, Bidinger et al. 1987a,b, Bidinger et al. 1982).

در جدول ۲ میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط دارای تنش و بدون تنش مشاهده می‌شود. در سال ۷۷ علیرغم قطع آبیاری در مراحل اولیه رشد، عملکرد شکر در هکتار در برخی از ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نسبت به بدون تنش بالاتر بود. این امر عمدتاً به دلیل اثرات مثبت تنش ملایم بر درصد شکر قابل استحصال بود. به عبارت دیگر میزان اثرات منفی عملکرد ریشه در این نوع تنش کمتر از اثرات مثبت افزایش درصد شکر قابل استحصال بوده است. اما در سال ۷۸ و۷۹ به علت شدت بیشتر خشکی عملکرد ریشه و شکر درحد قابل توجهی کاهش یافته است.

شکل ۲ رابطه بین عملکرد شکر سفید را در شرایط تنش و بدون تنش در طی سه سال آزمایش نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود مقادیر

ضرایب همبستگی این دو در هرسه سال مثبت بود. اگر چه مقدار آن در سال ۷۸ معنی‌دار بود ولی در سال‌های ۷۷ و ۷۹ معنی دار نبود. معنی دار نشدن در این دو سال عمدتاً بدلیل عملکرد شکر کم ژنوتیپ PC9597.P58 درشرایط دارای تنش در مقایسه با شرایط بدون تنش بود. با حذف این ژنوتیپ ضریب همبستگی مورد نظر در این دو سال نیز در سطح احتمال ۱۰ درصد معنی‌دار شد.کیت بامرونگ و چانتاچوم (Kitbamroong and Chantachume 1993) و برخی از محققان (Bidinger et al. 1982, Acevedo 1991, Link *et al*. 1999) نیز در تحقیقات خود ارتباط عملکرد در شرایط دارای تنش را با شرایط غیر تنش نشان داده‌اند. فیشر و مورر نیز اظهار داشته اند که در صورت شدت کم تنش، پتانسیل عملکرد ارقام گندم اثرات زیادی بر عملکرد در شرایط تنش دارد.صادقیان و همکاران (Sadeghhian et al. 1999) نیز در بررسی ژنوتیپ‌های چغندرقند در شرایط تنش اوایل فصل و همچنین تنش مداوم در طی فصل رشد، همبستگی عملکرد را در دو شرایط دارای تنش و بدون تنش گزارش کرده‌اند. از آنجاکه پتانسیل عملکرد ژنوتیپ‌های چغندرقند در شرایط بدون تنش می‌تواند بر عملکرد آن در شرایط بدون تنش موثر باشد و با توجه به اینکه فیشرو مورر (Fishcher and Maurer 1978) و اسودو (Acevedo 1991) نشان داده‌اند که عملکرد در شرایط بدون تنش نمی‌تواند نشان دهنده مقاومت به خشکی باشد، لذا جداسازی اثرات پتانسیل عملکرد درراستای اصلاح، انتخاب و شناسایی مکانیزم‌های مقاومت به خشکی پیشنهاد شده است.

جدول سه ضرایب همبستگی عملکرد شکر سفید در شرایط دارای تنش و بدون تنش وهمچنین برخی از شاخص‌های تحمل به خشکی رادر طی سه سال آزمایش با یکدیگر نشان می‌دهد. همبستگی منفی و معنی‌دار نسبت عملکرد در شرایط دارای تنش به شرایط بدون تنش(WSYst/WSYnonst)که شاخص میزان تحمل به تنش می‌باشد (Mederski and Jeffers 1973) با عملکرد در شرایط بدون تنش در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (r=-0.781). اما همبستگی این شاخص با عملکرد درشرایط دارای تنش معنی‌دار نبود(P>0.1). عبدول مولا و همکاران (Abedlmula et al. 1999) همبستگی منفی نسبت عملکرد در شرایط دارای تنش بر شرایط بدون تنش را با عملکرد در شرایط بدون تنش گزارش کرده‌اند. لینک و همکاران (Link et al. 1999) نیز همبستگی منفی عملکرد در شرایط بدون تنش و دارای تنش را با نسبت عملکرد در شرایط دارای تنش به شرایط بدون تنش در ژنوتیپ‌های باقلا بدست آورده‌اند. آنها توضیح داده اند که همبستگی منفی عملکرد در شرایط بدون تنش با این نسبت مورد انتظار است، اما علت منفی شدن همبستگی این شاخص با عملکرد در شرایط دارای تنش را همبستگی قوی و مثبت عملکرد در شرایط تنش با شرایط بدون تنش

دانسته‌اند. به هر حال در این آزمایشات با توجه به اینکه همبستگی خیلی قوی بین عملکرد در شرایط دارای تنش و بدون تنش مشاهده نشد، انتخاب بر اساس این شاخص اثرات منفی بر عملکرد در شرایط بدون تنش دارد، بدون آنکه اثر معنی‌داری برعملکرد این ژنوتیپ‌ها در شرایط دارای تنش داشته باشد.

همبستگی اختلاف عملکرد شکر ژنوتیپ‌ها در شرایط دارای تنش و بدون تنش(WSYst-WSYnonst) که نشان دهنده تحمل به تنش می‌باشد (Langer et al. 1979) با عملکرد در شرایط بدون تنش نیز منفی و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بدست آمد (r=-0.843). به عبارت دیگر ژنوتیپ‌هائی که در شرایط بدون تنش از عملکرد بالائی برخوردار بودند، اختلاف‌عملکرد آنها در دو محیط دارای تنش و بدون تنش اوایل فصل رشد کمتر بود. همبستگی مثبت عملکرد در شرایط بدون تنش با اختلاف عملکرد در شرایط دارای تنش و بدون‌تنش بر اساس بررسی روزیل و همبلین تنها در صورتی که واریانس ژنوتیپی در شرایط دارای تنش بیش از شرایط بدون تنش و همبستگی عملکرد در شرایط دارای تنش و بدون‌تنش بسیار بالا باشد، امکان‌پذیر است. از آنجا که این شاخص رابطه نزدیکی با پایداری عملکرد دارد (Langer et al. 1979)، می‌توان استنباط کرد ژنوتیپ‌هائی که در شرایط بدون تنش از عملکرد بالایی برخوردار بودند، از پایداری عملکرد کمتری برخوردار هستند. همبستگی این صفت با عملکرد در شرایط دارای تنش‌معنی‌دار نبود (P>0.1). صادقیان و همکاران نیز رابطه منفی عملکرد شکر در شرایط بدون تنش و اختلاف عملکرد شکر در شرایط تنش با شرایط بدون‌تنش را در بین ژنوتیپ‌های چغندر گزارش کرده‌اند، اما بر خلاف آنچه در این تحقیق نتیجه‌گیری شده است آنها رابطه مثبت ومعنی‌داری بین این شاخص و عملکرد در شرایط دارای تنش اوایل فصل و همچنین در طی دوره رشد مشاهده نمودند. علت این تناقض به دلیل کم بودن واریانس ژنوتیپ‌ها در شرایط دارای تنش در این پژوهش (جدول ۱) در مقایسه با آزمایشات آنان می‌باشد زیرا بر اساس بررسی روزیل و همبلین با کم شدن واریانس ژنوتیپ‌ها در شرایط دارای تنش مقادیر همبستگی شاخص تحمل به تنش و عملکرد در شرایط تنش نیز کاهش می‌یابد.

شاخص حساسیت به تنش (SSI) با عملکرد شکر در شرایط بدون‌تنش همبستگی مثبت و معنی دار داشت (r=0.679, P<0.01) ولی با عملکرد شکر در شرایط دارای تنش همبستگی معنی داری نداشت (P>0.1). رابطه مثبت عملکرد شکر در شرایط بدون‌تنش و SSI در ژنوتیپ‌های چغندرقند قبلا گزارش شده است (Sadeghian et al. 1999)، اما در همین گزارش نیز به رابطه منفی عملکرد شکر در شرایط تنش با SSI اشاره شده است. مثبت بودن رابطه بین عملکرد شکر در شرایط بدون تنش و SSI نشان‌دهنده آن است که افزایش عملکرد شکر در شرایط بدون تنش باعث افزایش‌حساسیت ارقام مورد

بررسی به تنش اوایل فصل رشد می‌گردد. لذا مـی‌بایـد در یک برنامه اصلاحی صفات مقاومـت بـه خشـکی را شناسـایی کـرد و هـدایت برنامـه براسـاس عملکـرد و همراهـی ایـن صـفات باشـد (Acevedo 1991). همچنین می‌توان نتیجه گرفت کـه سـطح مطلـوبی از عملکرد شـکر در شـرایط بـدون تـنش بـرای حـداکثر عملکـرد شـکر در هـر شـدت از تـنش مـورد نظـر وجـود دارد (Fischer and Maurer 1978, Fischer and Wood 1979). اما از آنجا که رابطه مثبت ومعنی‌داری بین عملکرد شکر در شرایط دارای تنش و بدون‌تنش در سه آزمایش (درسـال هـای ۷۷و۷۹ بـا حـذف ژنوتیـپ PC9597-P58) وجود داشـت، لـذا مـی‌تـوان نتیجـه گرفت که عملکرد شکر ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون‌تنش بیش از حدمطلوب برای شدت تنش ۰/۲۱۸ نمی‌باشـد. این نتیجه‌گیری در ارتباط باکولتیوارهای گندم بهاره در شدت تنش خشکی ۰/۶ توسط فیشر و وود نیـز انجـام شده‌است.

ضـریب همبسـتگی WSYst/WSYnonst بـا WSYst-WSYnonst مثبت و در سطح احتمال یـک درصد معنـی دار بـود ($r=0.973$, $P<0.01$). همچنـین ضریب همبسـتگی SSI بـا WSYst/WSYnonst و SSI بـا WSYst–WSYnonst منفـی و در سـطح احتمال یک درصد معنی دار به دست آمد (جدول ۳). به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های که به تنش حساس‌تر بودنـد از پایـداری عملکـرد کمتـری نیـز برخـوردار بودنـد. این‌همبستگی‌ها در گیاهان زراعی دیگر گزارش تأیید شـده اسـت. (Fernandez 1993, Abdelmula and Link 1998, Link et al. 1999, Sadeghian et al. 1999) با توجه به‌همبستگی‌های معنی‌دار این شاخص‌ها با یکدیگر و همچنین همبستگی معنی‌دار آنها بـا عملکـرد شکر در هکتار در شرایط بدون تنش مـی‌تـوان نتیجـه گرفت که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی انتخـاب بـر اساس این شاخص‌ها بر روی عملکرد شـکر در شـرایط بدون‌تنش نیز موثر مـی‌باشـد. از طـرف دیگـر نبـودن همبستگی معنی‌دار بین شاخص‌های مذکور و عملکرد شکر در شرایط دارای تنش نشان‌دهنده آن اسـت کـه انتخاب بر اساس این شاخص‌هـا تـأثیر معنـی‌داری بـر عملکرد شکر در شرایط دارای تنش ندارد.

همانگونـه کـه در جـدول۳ مشـاهده مـی‌شـود مقـادیر میـانگین حسـابی (MP)، میـانگین هندسـی (GMP) و همچنین شاخص تحمل به تنش (STI) با عملکرد شکر در شرایط بدون تنش وشرایط دارای تنش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. به عبـارت دیگر استفاده از این شاخص ها در غربال ژنوتیـپ‌هـای مورد بررسی باعث افـزایش عملکـرد شـکر در شـرایط دارای تنش و بدون‌تنش می‌گردد. روزیل و همبلین نیز نشان داده‌اند که استفاده از میانگین عملکـرد درغربـال ژنوتیپ‌ها معمـولا باعـث افـزایش عملکـرد در شـرایط دارای تنش و بدون‌تنش می گـردد و تنهـا در صـورتی باعث کاهش عملکرد در محیط‌های بدون تنش می‌شود که واریانس ژنتیکـی عملکـرد در شـرایط دارای تـنش بیش از شرایط غیرتنش و همچنین همبستگی ژنتیکی

عملکرد در شرایط دارای تنش و بدون‌تنش بسیار بالا و منفی باشد. این سه شاخص با یکدیگر نیز دارای ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار بودند. همبستگی مثبت و معنی‌دار STI، GMP و MP توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است(Fernandez 1993, Link *et al.* 1999, Sadeghian *et al.* 1999).

ضریب همبستگی WSYst – WSYnonst با دو شاخص میانگین حسابی (MP) و میانگین هندسی (GMP) منفی و در سطح احتمال یک در صد معنی‌دار بدست آمد (جدول ۳). به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های که از میانگین عملکرد شکر بالائی در شرایط تنش و بدون‌تنش برخوردار بودند از پایداری عملکرد شکر کمی نیز برخوردار بودند. علت منفی شدن همبستگی اختلاف عملکرد در شرایط دارای تنش و بدون‌تنش با MP براساس بررسی روزیل و همبلین به دلیل کم بودن نسبت واریانس ژنتیکی عملکرد شکر در شرایط دارای تنش نسبت به شرایط بدون تنش است و با توجه به همبستگی بالای MP با GMP، پیش‌بینی این شرایط نیز دور از انتظار نبود. همبستگی WSYst/WSYnonst با دو شاخص MP و GMP نیز منفی و معنی دار بدست آمد (P<0.01 ,جدول ۳). برعکس, همبستگی SSI با دو شاخص MP وGMP مثبت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود(جدول ۳). صادقیان و همکاران نیز رابطه منفی عملکرد شکر در شرایط بدون‌تنش و اختلاف عملکرد شکر در شرایط دارای تنش با شرایط بدون تنش را در بین ژنوتیپ‌های چغندرقند گزارش داده‌اند. اما برخلاف آنچه در این تحقیق مشاهده شد این محققین رابطه مثبت و معنی‌داری بین این شاخص‌ها و عملکرد شکر درشرایط تنش اوایل فصل و همچنین تنش مداوم مشاهده نمودند. علت این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل اختلاف در نوع ژنوتیپ‌های مورد بررسی باشد. ضریب همبستگی STI با دو شاخص WSYst-WSYnonst و WSYst/WSYnonst معنی‌دار به دست نیامد(P>0.1). لذا می‌توان استنباط نمود در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی مقادیر شاخص تحمل به تنش ارتباط معنی‌داری با پایداری عملکرد شکر ژنوتیپ‌ها نداشت.

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که در تنش‌های اوایل فصل در هر سه سال‌آزمایش MP، GMP و STI بهتر از سایر شاخص‌های دیگر توانستند WSYst را پیش‌بینی نمایند. امااز آنجائی که این شاخص‌ها بر اساس میانگین عملکرد شکر بر آورد شده‌اند، برای بررسی بهتر عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها به شرایط تنش می‌باید شاخص‌های SSI،WSYst-WSYnonst و WSYst/WSYnonst نیز در نظر گرفته شوند. به عنوان مثال در هر سه سال‌آزمایش PC9597.P58 در گروه بالایی از نظر MP ، STI و GMP قرار داشت، ولی بیشترین کاهش‌عملکرد شکر را بر اساس شاخص‌های SSI، WSYst-WSYnonst و

WSYst/WSYnonst نشان داد.رامیرزولیجو و کلی (Ramirez-Vallejo and Kelly 1998) نیز توصیه کرده‌اند که اگر کاهش کمی از عملکرد مورد نظر است بهتر است میانگین عملکرد و همچنین شاخص حساسیت به تنش (SSI) به طور توأم در نظرگرفته شوند. بنابراین، ترکیب جنبه‌های مختلف این شاخص‌ها نشان دهنده واکنش به خشکی می‌باشد. از طرف دیگر به علت آنکه بر اساس اظهار نظر لینک و همکاران وراثت‌پذیری معیارهای پیچیده‌ای نظیر SSI یا STI تاحدی‌کمتر از میانگین حسابی ساده بوده و از عملکرد در شرایط دارای تنش و بدون‌تنش و یا نسبت ساده عملکرد در شرایط دارای تنش به شرایط بدون تنش کمتر می‌باشد و همچنین از آنجائی که نسبت عملکرد در شرایط دارای تنش به شرایط بدون‌تنش نسبت به اختلاف عملکرد در دو شرایط دارای تنش و بدون تنش تا حدی مستقل از عملکرد در شرایط بدون تنش و دارای تنش می‌باشد، لذا نسبت به اختلاف عملکرد در این شرایط برای تعیین ارقام متحمل ارجح‌تر است (Link et al. 1999). بنابراین، شاخص‌های نسبت عملکرد شکر در شرایط دارای تنش به عدم‌تنش و همچنین میانگین حسابی عملکرد شکر در شرایط دارای تنش و بدون‌تنش را به طور توأم برای شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب برای هر شرایط (تنش و بدون‌تنش) می‌توان توصیه نمود. به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های انتخاب شده براساس این دو صفت ضمن آنکه از پایداری عملکرد شکر بالاتری برخوردار بودند دارای میانگین عملکرد شکر بالائی در شرایط دارای تنش و بدون تنش بودند. بر این اساس باتوجه به شکل ۳ در تنش ملایم (سال۷۷) از بین ژنوتیپ‌هایی که میانگین عملکرد شکر آنها در شرایط دارای‌تنش و بدون‌تنش برتر می‌باشد و همچنین از نسبت عملکرد شکر در شرایط دارای تنش به شرایط بدون‌تنش بالایی برخوردار هستند، عبارتند از: 7233.P3،7219.P69 ، MSTC2 و 5797.P100. در سال۷۸ که شدت تنش شدیدتر بود ژنوتیپ‌های 7233.P3 ، MSTC2 و BPkaraj×261 از نظر این دو صفت بهتر از سایر ژنوتیپ‌های دیگر ظاهر شدند. ژنوتیپ‌های 7233.P3، MSTC2، A37.1 و 191 نیز در سال ۷۹ که از نظر شرایط تنش تقریباً مشابه سال ۷۸ بود ضمن داشتن میانگین عملکرد شکر بالا از کاهش عملکرد شکر کمی در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون‌تنش برخوردار بودند. لازم به ذکر است که اگر چه ژنوتیپ PC9597.P58 در سه سال آزمایش از نظر میانگین عملکرد شکر در رتبه بالایی قرارداشت اما در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی ازحساسیت بالایی در شرایط تنش برخوردار بود. لذا در صورتی که هر دو صفت مهم باشند، بهتر است از انتخاب ژنوتیپ PC9597.P58 صرف نظر شود.

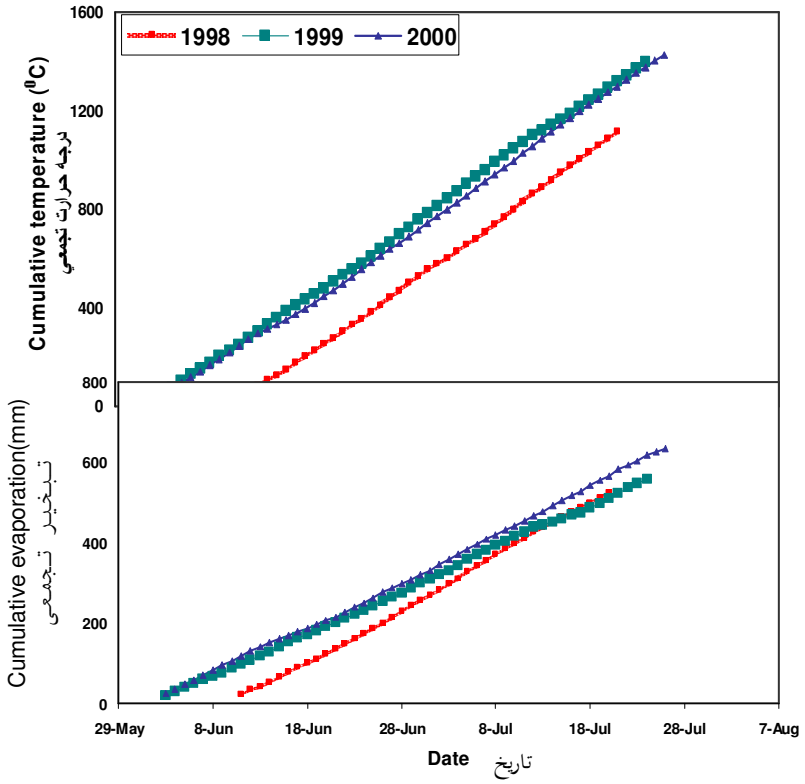
اگر در برنامه اصلاحی هدف بیشتر غربال ژنوتیپ‌های با عملکرد شکر بالا در شرایط تنش است، علاوه بر نسبت WSYst/WSYnonst بهتر است عملکرد شکر نهایی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نیز در

نظر گرفته شود (Abdelmula et al. 1999). به عبارت دیگر ضمن آنکه می‌باید این ارقام از عملکرد شکر نهایی بالایی در شرایط دارای تنش برخوردار باشند، کاهش عملکرد شکر کمی نیز در شرایط دارای تنش نسبت به بدون تنش داشته باشند. بر اساس این هدف در سال ۷۷ ژنوتیپ‌های 7219.P69، 7233.P3، MSTC2و 5997.P100، در سال ۷۸ ژنوتیپ‌های 7233.P3، MSTC2 و BPkarajx261 و درسال ۷۹ ژنوتیپ‌های 7233.P3، MSTC2، A37.1و 191 بهتر از سایر ژنوتیپ‌های دیگر ظاهر شدند (شکل۴). علت این را که نتایج مربوط به هر دو نوع گزینش (ارقام مناسب برای هر دو شرایط تنش و بدون‌تنش و ارقام متحمل به تنش) در هر سال مشابه بود، می‌توان با همبستگی بالای عملکرد شکر در شرایط تنش با میانگین عملکرد شکر در هردو شرایط دارای تنش و بدون تنش مرتبط دانست.

با توجه به این نتایج می‌توان استنباط نمود که با عنایت به برنامه اصلاحی و همچنین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، شاخص یا شاخص‌های مناسب برای گروه بندی ژنوتیپ های‌می باید انتخاب شوند. نتایج حاصل نشان داد که طی سه سال آزمایش در بین شش ژنوتیپ مشترک دو ژنوتیپ 7233.P3 وMSTC2 همواره نه تنها دارای پایدار عملکرد شکر بالائی در شرایط تنش اوایل فصل رشد و شرایط بدون تنش بودند، بلکه از میانگین عملکرد شکر بالا در شرایط تنش و بدون تنش و همچنین عملکرد شکر بالا در شرایط تنش اوایل فصل رشد برخوردار بودند. لذا توصیه می‌شود این دو ژنوتیپ به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش آبی اوایل فصل رشد در برنامه‌های به‌نژادی مورد توجه قرار گیرند.

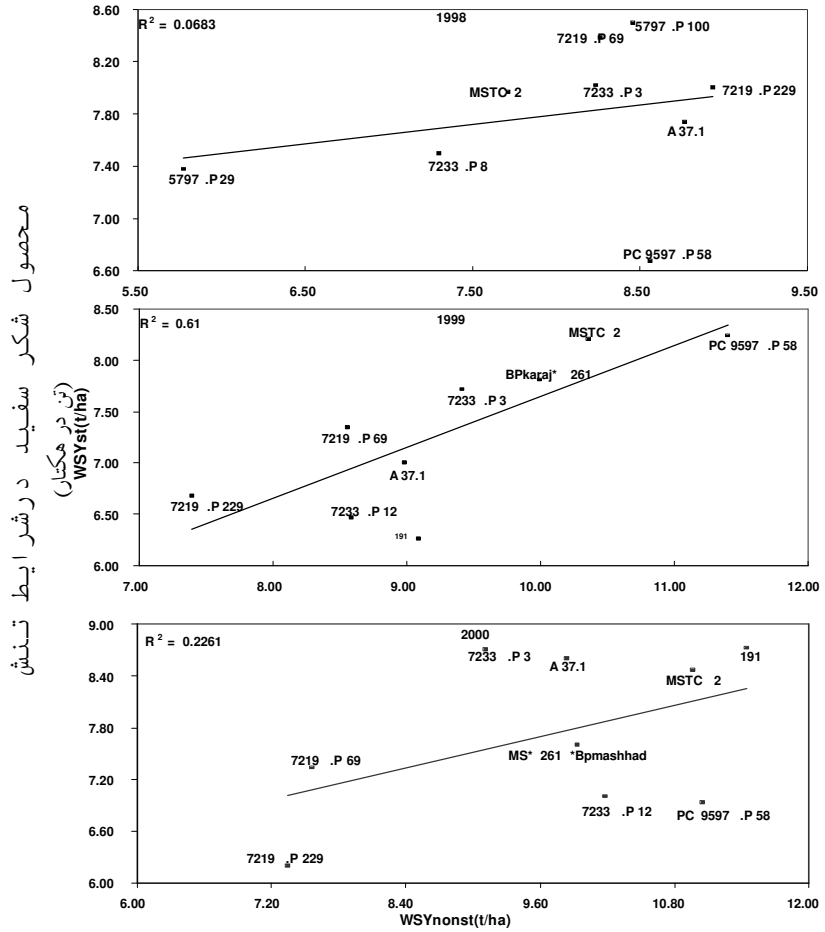
سپاسگزاری

بدین وسیله از سازمان تحقیقات, آموزش و ترویج کشاورزی وزارت جهادکشاورزی جهت تامین اعتبارات هزینه اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌گردد. از ریاست محترم مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند به جهت حمایت‌های همه جانبه و همچنین ازکلیه همکاران که در اجرای این پژوهش از هیچ کوششی دریغ ننمودند تشکر و قدردانی می‌گردد و در نهایت خاطره زنده یاد مرحوم مهندس بیات همکار بسیار پرتلاش را گرامی می دارم.



شکل۱- مقادیر میانگین دمای تجمعی (سانتی گراد) و تبخیر تجمعی از طشتک تبخیر کلاس A (میلی‌متر) طی دوره قطع آبیاری درسال‌های ۱۳۷۷(۲۰خرداد لغایت ۲۹تیرماه) ۱۳۷۸ (۱۲خرداد لغایت ۲مرداد) و ۱۳۷۹ (۱۲خرداد لغایت ۴ مرداد) - (داده مربوط به ایستگاه هواشناسی مشهد می‌باشد)

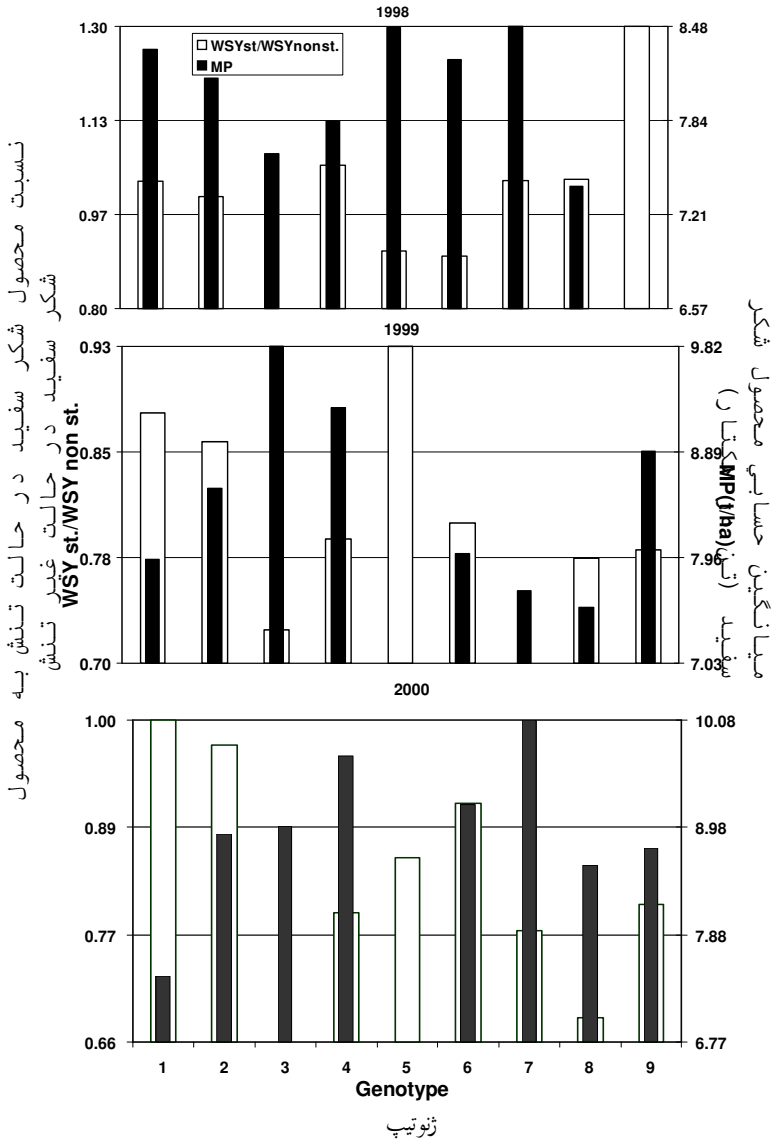
Fig.1 The rate of cumulative mean of air temperature (°C)under stress period in 1998 (9 Jun-19Jul.), 1999 (1Jun-23 Jul.) and 2000(1Jun-25Jul.)and the cumulative evaporation from class A evaporation (mm), at the same period.(data from Mashhad meteorological station)



عملکرد شکر سفید در شرایط تنش

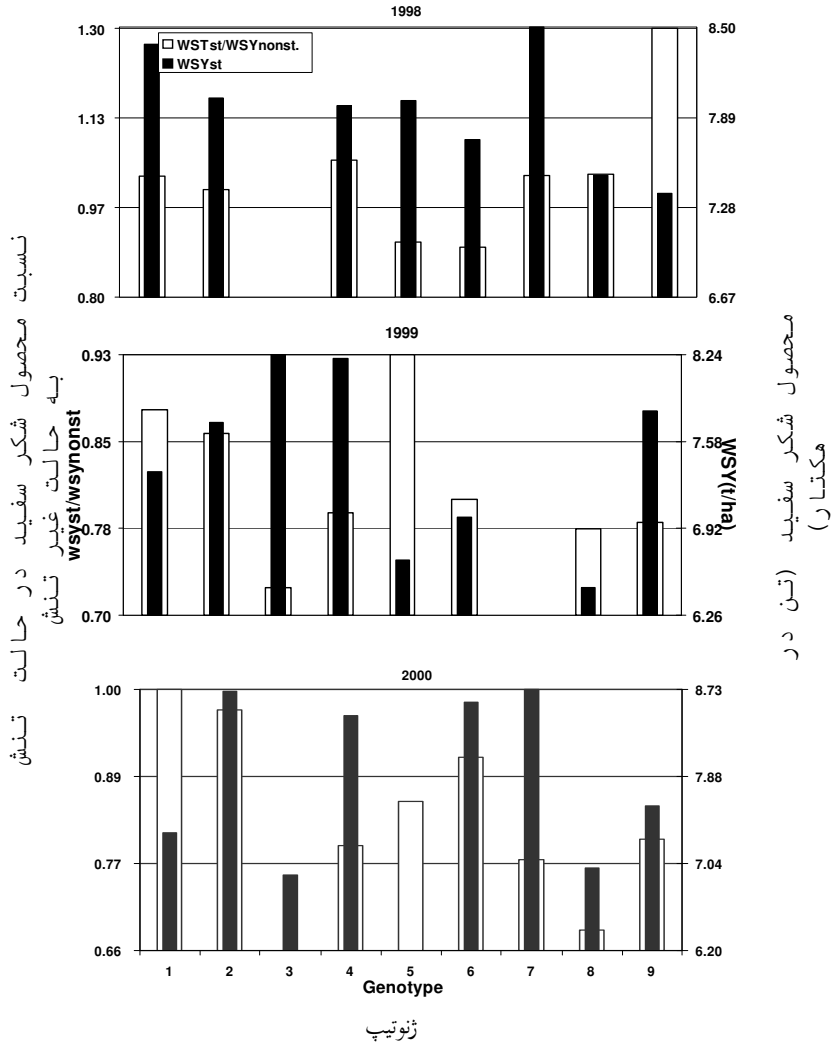
شکل ۲- همبستگی عملکرد شکر سفیددر شرایط تنش اوایل فصل رشد(WSYst) وشرایط بدون تنش (WSYnonst) در ژنوتیپ‌های چغندر قند در سال‌های ۱۳۷۷ ۱۳۷۸ و۱۳۷۹

Fig. 2 Correlation between white sugar yield under early drought stress (WSYst)and non-stress(WSYnonst)in sugar beet genotypes in 1998, 1999 and 2000



شکل۳-نسبت عملکرد نهائی شکرسفید در شرایط دارای تنش به شرایط بدون تنش (WSYst/WSYnonst) و میانگین حسابی عملکرد نهائی شکرسفید در شرایط دارای تنش و بدون تنش (MP) در ژنوتیپ‌های چغندرقند در سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹.اسامی ژنوتیپ‌ها براساس شماره آنها برای هرسال به ترتیب در جدول ۲ آورده شده است. محور Yها براساس دامنه مقادیر مشاهده شده برای هر صفت تنظیم شده است

Fig. 3 The ratios of white sugar yield of early drought stress on non-stress condition (WSYst/WSYnonst) and arithmetic mean of white sugar yield under drought stress and non-drought stress condition (MP) in 1998, 1999 and 2000. The number of genotypes presented in Table 1 .The Y axes are adjusted or the range of observed measurement for each trait



شکل۴- نسبت عملکرد نهائی شکرسفید در شرایط دارای تنش به شرایط بدون تنش (WSYst/WSYnonst) و عملکرد شکر سفید در شرایط دارای تنش (WSYst) در ژنوتیپ‌های چغندرقند در سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹. اسامی ژنوتیپ‌ها براساس شماره آنها برای هرسال به ترتیب در جدول ۲ آورده شده است.محور Yها براساس دامنه مقادیر مشاهده شده برای هر صفت تنظیم شده است

Fig. 4 The white sugar yield ratio of early drought stress on non-stress condition (WSYst/WSYnonst) and white sugar yield of drought stress (WSYst) in 1998, 1999 and 2000. The number of genotypes presented in Table 2. The Y axes are adjusted for the range of observed measurement for each trait

جدول۱- تجزیه واریانس عملکردشکر سفید در شرایط دارای تنش اوایل فصل رشد (WSYst) و شرایط بدون تنش (WSYnonst) در نه ژنوتیپ چغندرقند در سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۷۸و ۱۳۷۹

Table 1 Analysis of variance for white sugar yield of nine sugar beet genotypes under early drought (WSYst) and non-stress condition in 1998, 1999 and 2000

Source of Variation منابع تغییر	D.F درجه آزادی	Mean square میانگین مربعات					
		WSYnonst			WSYst		
		1998(1377)	1999(1378)	2000(1379)	1998(1377)	1999(1378)	2000(1379)
Block بلوک	3	10.376**	4.937*	-	-	-	-
Genotype ژنوتیپ	8	4.791**	5.432**	8.602**	1.563ns	2.196ns	3.466ns
Error خطا	24	0.707	1.493	2.615	0.904	1.407	1.970
%C.V ضریب تغییرات		10.51	13.13	16.65	12.2	16.24	18.16

* و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد .ns غیرمعنی دار. در مواردی که اثر بلوک در سطح احتمال ۵ درصد معنی دارنشده با خطای آزمایش ترکیب شده است.

* and ** significance at 5 and 1 percent level of probability, respectively. Ns, not significance. When the block effect was not significant at P<0.05, it was pooled with the error term.

جدول ۲- میانگین عملکردشکر سفید (تن در هکتار) در شرایط دارای تنش اوایل فصل رشد (WSYst) و در شرایط بدون تنش (WSYnonst) برای نه ژنوتیپ چغندرقند در سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹

Table 2 Mean of white sugar yield (t. ha^{-1}) of nine sugar beet genotypes under early drought stress (WSYst) and non- stress conditions (WSYnonst) in 1998, 1999 and 2000

Number شماره	Genotype ژنوتیپ	1998 (1377)		Genotype ژنوتیپ	1999 (1378)		Genotype ژنوتب	2000 (1379)	
		WSYnost	WSYst		WSYnost	WSYst		WSYnost	WSYst
1	7219.P69	8.26	8.39	7219.P69	8.59	7.35	7219.P69	7.57	7.34
2	7233.P3	8.24	8.02	7233.P3	9.42	7.72	7233.P3	9.11	8.71
3	PC9597.P58	8.56	6.67	PC9597.P58	11.40	8.24	PC9597.P58	11.05	6.93
4	MSTC2	7.71	7.97	MSTC2	10.36	8.20	MSTC2	10.96	8.47
5	7219.P229	8.94	8.00	7219.P229	7.39	6.68	7219.P229	7.34	6.20
6	A37.1	8.77	7.74	A37.1	8.98	7.01	A37.1	9.84	8.60
7	5797.P100	8.46	8.50	191	9.09	6.26	191	11.44	8.73
8	7233.P8	7.30	7.50	7233.P12	8.59	6.47	7233.P12	10.18	7.00
9	5797.P29	5.77	7.38	Bpkaraj*261	9.99	7.81	MS*261*Bpmashhad	9.93	7.60
Mean میانگین		8.13	7.91		9.38	7.30		9.72	7.73

جدول ۳- ضرایب همبستگی عملکرد شکر سفید در شرایط تنش اوایل فصل رشد(WSYst) و شرایط بدون تنش (WSYnonst) و برخی ازشاخص‌های متحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های چغندرقند

Table3 Coerrelation cofficients between white sugar yield under early drought stress (WSYst) and non- stress (WSYnonst) conditions and some stress resistant indices in sugar beet genotypes

	WSYst	WSYnonst	WSYst/ WSYnonst	WSYst- WSYnonst	SSI	MP	GMP	STI
WSYst	1							
WSYnonst	0.363+	1						
WSYst/ WSYnonst	0.262 ns	-0.781**	1					
WSYst- WSYnonst	0.196 ns	-0.843**	0.973**	1				
SSI	-0.199 n.s	0.678**	-0.907**	-0.828**	1			
MP	0.700**	0.920**	-0.489**	-0.564**	0.436*	1		
GMP	0.737**	0.896**	-0.450*	-0.518**	0.413*	0.998**	1	
STI	0.810**	0.527**	-0.046ns	-0.087ns	0.163ns	0.745**	0.772**	1

GMP, MP, SSI و STI به ترتیب نشان دهنده شاخص حساسیت به تنش, میانگین حسابی عملکرد در شرایط تنش و شرایط بدون تنش, میانگین هندسی عملکرد در شرایط تنش و شرایط بدون تنش وتحمل به تنش می باشد.

+ ، * و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱۰، ۵ و ۱ درصد.ns غیرمعنی دار.

SSI, MP, GMP and STI indicate Stress Suscptibility Index, Arthmetic Mean Product, Geometric Mean Product and Stress Tolerance Index, respectively.

* and ** significant at 10, 5 and 1 level of probability, respectively. ns not significance.

منابع مورد استفاده: References

Abdelmula AA, Link W (1998) Evaluation of drought tolerance in faba bean (*Vicia faba* L.). Int. Symp. Breed. Oil and Protein Crops, Eucarpia, Apr. 1-4, Pontevedra, PP 54-55

Abdelmula AA, Link W, Von Kittliz E, Stelling D (1999) Heterosis and inheritance of drought tolerance in faba bean, *Vicia faba* L. Plant Breeding. 118: pp 485-490

Acevedo E (1991) Improvement of winter cereal crops in Mediterranean environments. Use of yield, morphological and physiological traits. In: Physiology-breeding of winter cereals for stressed Mediteranean environments. Montpellier, France, July 3-6 1989, INRA, pp 273-305

Acevedo E, Ceccarelli S (1989) Role of physiologist-breeder in a breeding program for drought resistance conditions. In: F.W.G. Baker (ed.), Drought resistance in cereals.CAB International, pp 117-139

Acevedo E, Craufurd PQ, Austin RB, Perez-Marco P (1991) Traits associated withhigh yield in barley in low rainfall environments. J. Agric. Sci.(Camb.), 116: pp 23-26.

Bidinger FR, Mahalakshmi V, Rao GDP (1987a) Assessment of drought resistance in pearl millet [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke]. I. Factors affecting yields under stress. Aust. J. Agric. Res., 38:pp 37-48

Bidinger FR, Mahalakshmi V, Rao GDP (1987b) Assessment of drought resistance in pearl millet [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke]. II. Estimation of genotype response to stress. Aust. J. Agric. Res., 38:pp 49-59

Bidinger FR, Mahalakshmi V, Talukdar BS, Alagarswamy G (1982) Improvement of drought resistance in pearl millet. In: Drought resistance in crops with emphasis on rice.IRRI: Los Banos, Philippines, pp 357-376

Blum A (1978) Genetic improvement of drought resistance in crop plants. A case for sorghum. In: H. Mussell and RC Staples (eds.). Stress physiology in crop plants. Wiley Interscience, New York, pp 430-445

Eberhart SA, Russell WA (1966) Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci., 6: 36-40

Fernandez GCJ (1991) Analysis of cultivar x environment interaction by stability estimates.Hort Sci., 26: pp 949-950.

Fernandez GCJ (1993) Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In:C.G. Kue (ed.). Adaptation of food crops to temperature and water stress. AVRDC.Shanhua , Tawian, pp 257

Finlay KW, Wilkinson GN (1963). The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res., 14: pp 742-745

Fischer RA, Maurer R (1978) Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grainyield response. Aust. J. Agric. Res., 29 : pp 897-912

Fischer RA, Wood JT (1979) Drought resistance in spring wheat cultivars. III. Yield associations with morpho-physiological traits. Aust. J. Agric. Res., 30: pp 1001-1020

Hasegawa PM (1998) Stress physiology. In: L. Taiz and E .Zeiger (eds.). Plant physiology.Sinauer Associates, Inc.: Massachusetts, pp 725-757

Kitbamroong C, Chantachume Y (1993) Corn improvement for drought tolerance. In:C.G. Kue (ed.). Adaptation of food crops to temperature and water stress. AVRDC.Shanhua, Taiwan, pp 354-359

Langer I, Frey KJ, Bailey T (1979) Associations among productivity, productionresponse, and stability indexes in oat varieties. Euphytica, 28: pp 17-24

Mederski HJ, Jeffers DL (1973) Yield responses of soybean varieties grown at twosoil moisture stress levels. Agron. J., 65: pp 410-412

Nass HG, Sterling JDE (1981) Comparison of tests characterizing varieties of barleyand wheat for moisture stress resistance. Can. J. Plant Physiol., 61: pp 283-289

Ramirez-Vallejo P, Kelly JD (1998) Traits related to drought resistance in commonbean. Euphytica, 99: 127-136

Rosielle AA, Hamblin J (1981) Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci., 21: pp 943-946

Sadeghhian SY, Fazli H, Parvizi-Almani M, Taleghani DF, Mohammadian R (1999) Drought tolerance screening for sugar beet improvement. First International Conference on Sugar and Integrated Industries