مجله علوم دانشگاه تهران
جلد بیست و نهم (۱۳۸۲) شماره ۲ (۲۶۵-۲۵۷)

اثر تنش شوری بر کربوهیدراتهای گندم

فریبا میقانی[۱]، حسن ابراهیم‌زاده [۲]

۱- مؤسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی، اوین، تهران
۲-دانشگاه تهران، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی

(دریافت: ۸۱/۹/۱ ؛ پذیرش:۸۱/۱۱/۱۵)

چکیده

اثر تیمارهای متفاوت شوری سدیم کلرید (۰ ، ۵۰ ، ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار) درمراحل مختلف رشد و نمو (پنجه‌زنی، تورم غلاف، گلدهی و گرده افشانی) دو رقم گندم (قدس: حساس‌به شوری، بولانی: مقاوم به شوری) برغلظت کربوهیدراتهای محلول درآب و کربوهیدراتهای احیاکننده برگ درگلخانه مورد بررسی قرار گرفت. درمجموع، درپاسخ به تیمارهای شوری مشاهده شدکه غلظت کربوهیدراتهای محلول درآب در برگ بولانی بیشتر از قدس بود. برعکس، غلظت کربوهیدراتهای احیاکننده در برگ قدس بیشتر از برگ بولانی بود. بنابراین روشن می‌شود که اولاً: نقش کربوهیدراتهای محلول درآب در برقراری تنظیم اسمزی در پاسخ به شوری در بولانی چشمگیرتر از قدس است، ثانیاً: با توجه به اهمیت بیشتر کربوهیدراتهای محلول درآب درحفظ فشار اسمزی در مقایسه با کربوهیدراتهای احیاکننده، می‌توان از دیدگاه بیوشیمیائی نیز رقم بولانی را نسبت به شوری مقاومتر از رقم قدس معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: *تنش‌شوری، کربوهیدراتهای محلول درآب، کربوهیدراتهای احیاکننده، گندم.*

مقدمه

بطورکلی تنش‌شوری مشکلاتی جدی برای رشد گیاه ایجاد می‌نماید. گونه‌*های* گیاهی از نظر توانائی برخورد با این مسئله بسیار متفاوتند (Yerkes & Willer, 1996). هنوز مفهوم روشنی از ویژگیهای فیزیولوژیکی که مسئول بازدارندگی رشد درپاسخ به شوری هستند، معرفی نشده‌اند (Rascio *et al.,* 1992). دشواری اصلی‌گیاه درمحیط شور این است که از یک سو، چون پتانسیل اسمزی خاک پائین‌تر از پتانسیل اسمزی سلول گیاهی است، مواد اسمزی باید تا حد بالائی انباشته شوند تا شیب پتانسیل‌آبی ایجاد شود و بدین ترتیب حرکت آب به سمت درون گیاه تسهیل گردد. اما از سوی دیگر، افزایش غلظت یونها در سیتوپلاسم سرانجام به مقادیر سمی می‌رسد (Huang *et al.,* 1993). سازش به شوری معمولاً با کاهش پتانسیل اسمزی درونی به منظور جذب آب انجام می‌گیرد. مکانیسم این سازش اسمزی شامل جذب یون و تغییر در توازن بین یون‌های آلی و معدنی موجود در شیره سلولی است (Levitt, 1980). رابطه‌ای مستقیم و جدا نشدنی بین تنشهای شوری و خشکی وجود دارد، زیرا افزودن نمک به آب، پتانسیل اسمزی آن را کاهش می‌دهد. تنش‌شوری گیاه را با یک "تنش اسمزی ثانوی" و یا همانطور که معروف است با یک " تنش خشکی فیزیولوژیکی" روبرو می‌کند (Morgan, 1984). البته، انباشتگی مواد آلی درپاسخ به تنش‌شوری، اهمیت بیشتری از یونهای معدنی دارد. پدیده اخیر درپاسخ به خشکی، نقش مهمتری ایفا می‌نماید. ازجمله ترکیبات آلی که درکاهش پتانسیل اسمزی درون سلول گیاه و درنتیجه برقراری شیب پتانسیل آبی و سرانجام جذب آب به وسیله گیاه درشرایط شور اهمیت قابل توجهی دارند، کربوهیدراتها می‌باشند که درپژوهش حاضر مورد مطالعه قرار می‌گیرند. گندم نیز نظیر سایر گلیکوفیتها، به تنش‌شوری پاسخهای سمی قابل توجهی نشان می‌دهد. حساسیت گندم به تنش‌شوری ثابت شده‌است (Ahmad *et al.,* 1992). درطی تنش‌شوری، پنجههای دوم یا فاقد دانه هستند و یا دانه های محدودی تولید می‌کنند (Zhong & Dvorak, 1994).

هدف پژوهش حاضر عبارت است از: ۱) بررسی اثر تنش‌شوری بر غلظت کربوهیدراتهای محلول درآب و کربوهیدراتهای احیا کننده دربرگ گندم قدس (رقم حساس به شوری) و بولانی (رقم مقاوم به شوری)، ۲) ارزیابی نقش کربوهیدراتها درالقای مقاومت به شوری درگندم.

مواد و روشها

الف) **کشت گلخانه‌ای:** برای انجام پژوهش‌حاضر دو رقم گندم *قدس* و *بولانی* از انبار غلات واقع درموسسه تحقیقات تهیه و اصلاح نهال و بذر انتخاب شدند. بذرهای حتی‌الامکان هم‌اندازه

عاری‌از آسیب یا بیماری مورد استفاده قرارگرفتند. به‌منظور جلوگیری‌از آلودگی قارچی، بذرها قبل‌از کشت با قارچ‌کش Vitavax به نسبت ۲۰۰ گرم به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم بذر مخلوط شدند (Dell' Aquila & Spada, 1993).

کشت بذرها درگلدانهای پلاستیکی به قطر تقریبی ۲۰ سانتیمتر انجام گرفت. هرگلدان محتوی حدود سه‌کیلوگرم مخلوطی‌از خاک با بافت متوسط، ماسه و کود به نسبت به ترتیب ۲ : ۱ : ۱ بود (Winzeler *et al.,* 1990). بذرها درعمق ۳-۲ سانتیمتری خاک کشت شدند. سپس با آبپاش آبیاری‌سطحی انجام گرفت تا شرایط جوانه‌زنی بذرها فراهم گردد. گلدانهای محتوی گیاه در گلخانه‌ای با شرایط کنترل‌شده (دما: ۲۵/۲۰ درجه سانتی‌گراد، شدت روشنائی: ۵۰۰ میکرومول برمترمربع درثانیه، دوره روشنائی: ۱۶/۸ ساعت، رطوبت‌نسبی: ۴۵-۴۰ درصد) نگهداری شدند. درهرگلدان ده بذر کاشته شد و ۱۶ روز بعد به چهار گیاه تنک شدند. درطی پنجه‌زنی و تورم غلاف، گیاهان با محلول غذائی محتوی آمونیوم نیترات، پتاسیم نیترات و سوپرفسفات آبیاری شدند. بدین منظور، ۲۰۰ میلی‌گرم از دو ماده اول و ۱۰۰ میلی‌گرم از ماده آخر در ۱ لیتر آب حل شدند. ۵۰ میلی‌لیتر از هرمحلول در مراحل مورد نظر به خاک محتوی گیاه افزوده شد. علاوه براین، آبیاری هفته‌ای دوبار انجام گرفت. چهار تیمار شوری، علاوه بر شاهد (بدون سدیم کلرید) درنظر گرفته‌شد: ۵۰ ، ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار سدیم کلرید (Huang *et al.,* 1995). گیاهان درمراحل پنجه‌زنی، تورم غلاف، گلدهی و گرده افشانی تحت تاثیر تیمارهای شوری قرار گرفتند. مطابق کد (Zadoks, 1974) این مراحل به ترتیب ۲۲، ۴۵، ۵۸ و ۶۹ روز پس‌از بذرافشانی (DAS: Days After Sowing) بودند. گیاهان پس‌از یک هفته رشد درخاک شور برداشت شدند. نمونه‌برداری از برگ ششم (۲ روز پس‌از بذر افشانی)، برگ هفتم (۴۵ روز پس‌از بذرافشانی) و برگ پرچم (۵۸ و ۶۹ روز پس‌از بذرافشانی) انجام گرفت.

ب) **استخراج کربوهیدراتها**: ۱۰۰ میلی‌گرم برگ لیوفیلیزه شده به مدت ۱۰ دقیقه در ۲/۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس ۴ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شد و کربوهیدراتها دردمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت استخراج شدند. پس‌از سانتریفوژ (۲۷۰۰ g در دمای آزمایشگاه به مدت ۱۵ دقیقه) روشناور جمع‌آوری شد. ۳ میلی‌لیتر آب‌مقطر به رسوب باقی مانده افزوده شد و استخراج مشابه قبل تکرار شد. روشناورهای حاصل از سه بار استخراج در آون خلاء در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد خشک و سپس در ۲ میلی لیتر آب مقطر حل گردیدند (Zadoks *et al.,* 1971). عصاره کربوهیدراتی حاصل برای بخش غلظت کربوهیدراتهای محلول درآب

(WSC: Water Soluble Carbohydates) و همچنین کربوهیدراتهای احیا کننده (RC: Reducing Carbohydrates) مورد استفاده قرار گرفت.

ج) سنجش غلظت کربوهیدراتهای محلول درآب: به این منظور، از روش معروف فنل–سولفوریک اسید استفاده به عمل آمد (میقانی، ۱۳۷۴).

د) سنجش غلظت کربوهیدراتهای احیا کننده: روش نلسون مورد استفاده قرارگرفت (Neumann, 1997).

هـ) بررسی آماری دادهها: آزمایش بصورت فاکتوریل درقالب طرح کاملاً تصادفی درسه تکرار انجام شد. دراین آزمایش تیمارهای شوری (۵ تیمار) بعنوان فاکتور A، ارقام گندم (۲رقم) بعنوان فاکتورB ومراحل مختلف رشد و نمو (۴مرحله) بعنوان فاکتور C بودند. داده های آزمایش با استفاده از روش تجزیه واریانس مورد تحلیل قرار گرفتند و سپس مقایسه میانگینها با استفاده از روش دانکن انجام شد.

نتایج

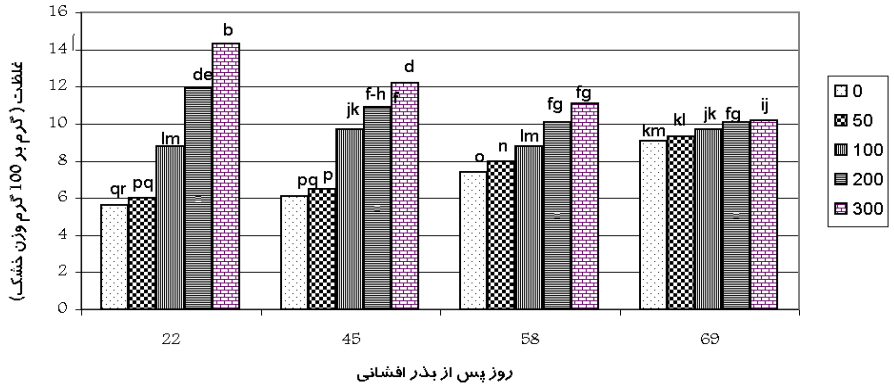
الف) مرحله پنجه‌زنی: ۲۲ روز پس‌از کاشت، غلظت کربوهیدراتهای محلول درآب (WSC) و احیا کننده (RC) برگ ششم درپاسخ به شوری افزایش یافت ($p < ٪۵$). غلظت WSC در تیمار ۳۰۰ در برگ قدس و بولانی به ترتیب تا ۲/۶ و ۳/۶ برابر شاهد و غلظت کربوهیدراتهای احیاکننده (RC) در تیمار۳۰۰ دربرگ قدس و بولانی به ترتیب تا ۳ و ۱/۹ برابر شاهد زیاد شد (شکل ۱).

ب) مرحله تورم غلاف: ۴۵ روز پس‌از بذرافشانی، پاسخ برگ هفتم به تنش‌شوری مشابه برگ ششم بود. غلظت WSC برگ در تیمار۳۰۰ در قدس و بولانی به‌ترتیب تا ۲ و ۲/۵ برابر شاهد و غلظت RC برگ درحضور تیمار۳۰۰ در قدس و بولانی به‌ترتیب به ۲/۴ و ۱/۵ برابر شاهد رسید (شکل ۲).

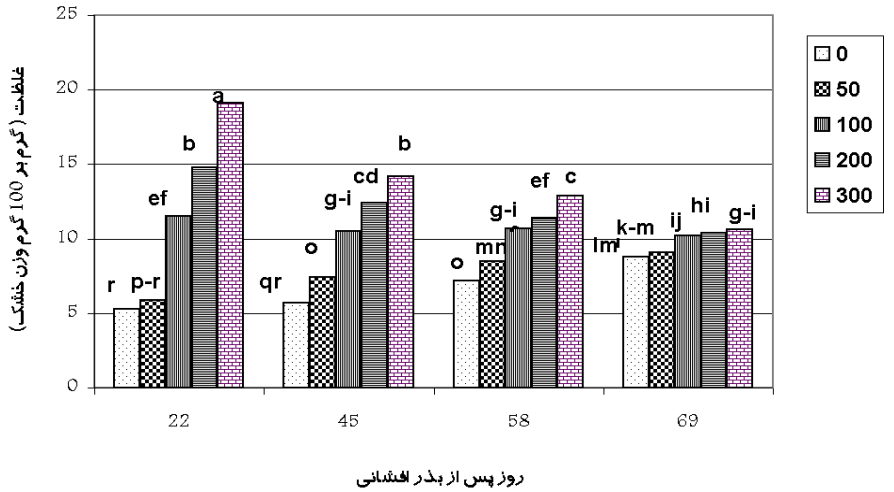
ج) مرحله گلدهی: ۵۸ روز پس‌از کاشت، غلظت WSC و RC برگ پرچم نیز درپاسخ به تنش نمکی افزایش یافت ($p < ٪۵$). درحضور تیمار۳۰۰ غلظت WSC برگ قدس و بولانی به‌ترتیب به ۱/۵ و ۱/۸ برابر و غلظت RC برگ پرچم قدس و بولانی به‌ترتیب به ۱/۸ و ۱/۱ برابر شاهد رسید (شکل ۳).

د) مرحله گرده‌افشانی: پاسخ برگ پرچم، ۶۹ روز پس‌از کاشت، مشابه گلدهی بود. غلظت WSC برگ قدس و بولانی درپاسخ به تیمار۳۰۰ به‌ترتیب تا ۱/۰۴ و ۱/۲ و غلظت RC برگ

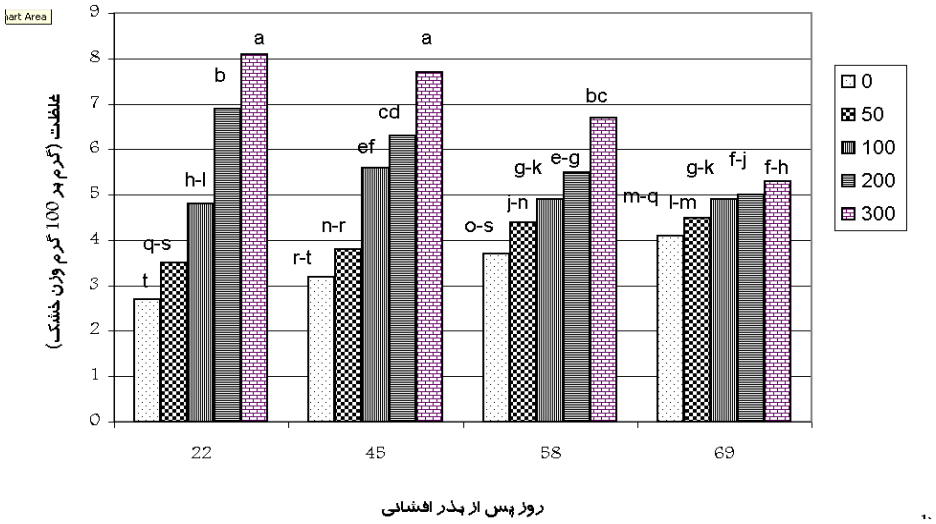
پرچم قدس و بولانی درحضور همین تیمار به‌ترتیب تا ۱/۳ و ۱/۱ برابر شاهد افزایش نشـان داد. در بولانی اثرتیمار ۵۰ قابل ملاحظـه نبـود و تیمارهـای ۱۰۰ و ۲۰۰ نیـز اثـر مشـابهی داشـتند (شکل۴).



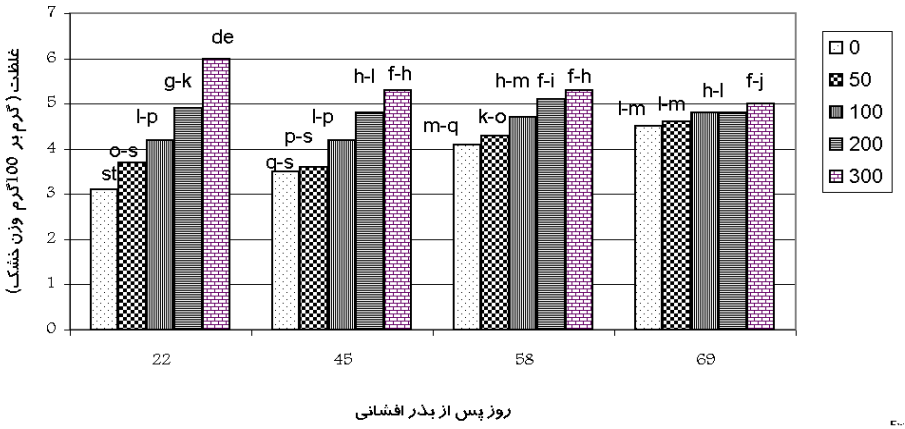
شکل۱- تغییرات میانگین غلظت کربوهیدراتهای محلول درآب برگ گندم رقـم قـدس درپاسـخ بـه غلظت‌هـای مختلف نمک. مقادیر، میانگین مربوط به ۳ تکرار می‌باشند. دراین شـکل و سـایر شـکلها، میانگینهایی‌که با حروف متفاوتی نشان‌داده شده اند،درسطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند.



شکل۲- تغییرات میانگین غلظت کربوهیدراتهای محلول درآب برگ گندم رقم بولانی درپاسخ به غلظت‌های مختلف نمک. مقادیر میانگین مربوط به ۳ تکرار می‌باشند.



شکل۳- تغییرات میانگین غلظت کربوهیدراتهای احیا کننده برگ گندم رقم قدس درپاسخ به غلظت‌های مختلف نمک. مقادیر، میانگین مربوط به ۳ تکرار می‌باشند.



شکل۴- تغییرات میانگین کربوهیدراتهای احیاکننده برگ بولانی درپاسخ به غلظتهای مختلف نمک. مقادیر، میانگین۳ تکرار می‌باشند.

بحث

دربررسی حاضر، مشاهده شد که غلظت کربوهیدراتهای محلول درآب و کربوهیدراتهای احیا کننده درپاسخ به شوری، بطورکلی افزایش می‌یابد. در لوبیا نیز غلظت کربوهیدراتها درتیمارهای شوری بیشتر از شاهد است (Cachorro *et al.,* 1993). بر اساس پژوهشی دیگر (Morgan, 1984) میزان تنظیم اسمزی در اندامهای درحال رشد به تامین متابولیتها بستگی‌کامل دارد، زیرا این‌عمل باصرف انرژی همراه است. گیاهان به‌منظور حفظ وضعیت آبی خود با انباشتن متابولیتهایی نظیر کربوهیدراتهای محلول درآب و برخی یونها وپرولین با شوری مقابله می‌کنند (Munns, 1993). برخی محققان معتقدند (Huang and Johnson, 1995) که افزایش غلظت کربوهیدراتها درگندم درپاسخ به تنش شوری یک تغییرسازشی تلقی می‌شود، زیرا جذب یون را با تامین انرژی فراهم می‌کند و مقدار مناسبی از کربوهیدرات دربقای بافت گیاهی نقش‌اساسی دارد (Kalir & Poliakoff-Mayber, 1975). همچنین گزارش شده است (Chretien *et al.*, 1990) که کربوهیدراتها بعنوان منبع‌کربن و بعنوان عوامل اسمزی نقش قابل توجهی دارند (Chretien & Guillot-Salomon, 1990). در گزارشی دیگر (Winzeler *et al.*, 1990) آمده است که درگندم، علاوه بر پرولین، قندها اسمولیتهای بی همتائی هستند که قادر به محافظت گیاه در برابر تنشهای متفاوتند. گزارش شده‌است که برگ گندم بهاره درپاسخ به شوری مقدار قابل توجهی WSC انباشته می‌کند که درشرایط تنش شوری اهمیت ویژه‌ای دارد (Zadoks *et al.,* 1971). این گزارش با نتایج پژوهشی ما روی قدس و بولانی که آنها نیز رقمهای بهاره هستند، هماهنگی دارد. بنا به عقیده برخی محققان (Nicolas *et al.*, 1993) کربوهیدراتها درپاسخ به شوری هم در بافتهای درحال رشد و هم در بافتهای بالغ گندم انباشته می‌شوند (Staal *et al.,* 1991). Munns (1993) نیز گزارش مشابهی ارائه کرده است. به هرصورت تفسیر تغییر غلظت WSC در پاسخ به شوری دشوار است (Staal *et al.,* 1991).

با توجه به اهمیت بیشتر WSC نسبت به RC جهت مقابله با تنش‌شوری، پیش‌بینی می‌شود که افزایش بیشتر WSC در برگ گندم رقم بولانی درمقایسه با برگ گندم رقم قدس، باعث کاهش بیشتر پتانسیل اسمزی بافت برگ می‌شود و منجر به القای مقاومت بیشتر رقم بولانی به شوری می‌گردد. در مجموع با درنظر گرفتن پاسخ رقم قدس و رقم بولانی به تنش‌شوری به نظر می‌رسد که نقش WSC در رقم بولانی و نقش RC در رقم قدس در برقراری تنظیم اسمزی درپاسخ به تنش شوری، اهمیت بیشتری دارد.

Reference

Ahmad, R., Zaheer, S.H., and Ismail, S. (1992). Role of silicon in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum*). Plant Sci.,**85,** 43–50.

Cachorro, P., Ortiz, A., and Cerda, A. (1993). Growth, water relations and solute composition of *Phaseolus vulgaris* L., under saline conditions. Plant Sci., **95,** 23–29.

Chretien, D, Guillot-Salomon, T. (1990). Lipid changes in jojoba explants in relation to callus or shoot development. Plant Physiol. Biochem., **28(1),** 79–86.

Dell'Aquila, A., and Spada, F. (1993). The effect of salinity stress upon protein synthesis of germinating wheat embryos. Ann. Bot., **72,** 97–101.

Gouia, H., Ghorbal, M.H., and Touraine, B. (1994). Effect of NaCI on flows of N and mineral ions and on NO_3 reduction rate within whole plants of salt-sensitive bean and salt-tolerant cotton. Plant Physiol., **105,** 1409–1418.

Huang, L., Murray, F., and Yang, X. (1993). Responses of nitrogen metabolism parameters to sublethal SO_2 pollution in wheat under mild NaCl stress. Environ. Exp. Bot., **33(4),** 479–493.

Huang, B., and Johnson, J.W. (1995). Root respiration and carbohydrate status of two wheat genotypes in response to hypoxia. Ann. Bot., **75,** 427–432.

Kalir, A., and Poliakoff-Mayber, A. (1975). Malic dehydrogenase from *Tamarix* roots. Plant Physiol., **55,** 155–162.

Levitt, J. (1980). Responses of plants to environmental stresses. Academic press, New York.

Morgan, J.M. (1984). Osmoregulation and water stress in higher plants. Ann. Rew. Plant Physiol., **35,** 299–319.

Munns, R. (1993). Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. Plant Cell Environ., **16,** 15–24.

Neumann, P. (1997). Salinity resistance and plant growth revisited. Plant Cell Environ., **20,**1193–1198.

Nicolas, M.E., Munns, R., Samarakoon, A.S., and Gifford, R.M. (1993). Elevated CO_2 improves the growth of wheat under salinity. Aust. J. Plant Physiol., **20,** 349–360.

Rascio, A., Plantani, C., Di-Fonzo, N., and Wittmer, G. (1992). Bound water in durum wheat under drought stress. Plant Physiol., **98,** 906–912.

Staal, M., Maathuis, F.J.M., Elzenge, J.T.M., Overbeek, J.H.M and Prins, H.B.A. (1991). Na^+/H^+ antiport in tonoplast vesicles from roots of the salt-tolerant *Plantago maritima* and the salt-sensitive *Plantago media*. Physiol. Plant., **82,**179–184.

Winzeler, M., Dubois, D., and Nosberger, J. (1990). Absence of fructan degradation during fructan accumulation in wheat stems. J. Plant Physiol., **136,** 324–329.

Yerkes, C.D., and Willer S.C. (1996). Diluent volume influences susceptibility of field bindweed biotypes to glyphosate.Weed Technol. **10,** 565–569.

Zadoks, J.C., Chang, T.T., and Konzak, C.F. (1971). A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res., **14,** 415–421.

Zhong, G.Y., and Dvorak, J. (1994). Chromosomal control of the tolerance of gradually and suddenly imposed salt stress in the *Lophopyrum elongatum*, and wheat genomes. Theor. Appl. Genet., **90,** 229–236.

میقانی، ف. (۱۳۷۴): بررسی‌کمی و کیفی پلی‌ساکاریدهای کتیرا درگیاه کامل و کشت بافت دوگونه گون، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده‌علوم. دانشگاه تهران.