فراتحلیل اثر تنش شوری بر گیاه برنج: مطالعه موردی در ایران

محمد غروی بایگی[۱]، یاسر یعقوبیان[۲*]، همت‌اله پیردشتی[۳]
۱- دانشجوی دکتری اکولوژی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی بسطام، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران
۲*- دکتری زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
*y.yaghoubian@yahoo.com

چکیده
پژوهش‌های مربوط به ارزیابی تأثیر تنش شوری بر عملکرد گیاه برنج سابقه‌ای ۱۵ ساله در کشور دارد. با این حال به دلیل پراکندگی و اختلاف موجود در نتایج آزمایشات مختلف، دست‌یابی به نتیجه‌گیری کلی دشوار می‌باشد. از اینرو، در این مطالعه از روش فراتحلیل (متاآنالیز) استفاده شد تا بتوان با تلفیق و آنالیز مجدد یافته‌های آزمایش‌های مستقل به نتیجه‌ای واحد دست یافت. به این منظور مقاله‌های علمی پژوهشی منتشر شده در کشور در ارتباط با اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی و عملکرد گیاه برنج (*Oryza sativa* L.) جمع‌آوری شده و پس از استخراج داده‌ها، با روش فراتحلیل تجزیه و تحلیل شد. سطوح تنش‌های شوری به کار رفته در آزمایشات به ترتیب در دامنه ۴-۰، ۸-۴ و بیشتر از ۸ دسی‌زیمنس بر متر قرار داشت. یافته‌ها نشان داد که از بین صفات مورد مطالعه، عملکرد دانه بیشترین آسیب پذیری را نسبت به تنش شوری داشته و در دامنه شوری ۴-۰، ۸-۴ و بیشتر از ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۲۷، ۶۳ و ۸۴ درصد کاهش نشان داد. از صفات جوانه‌زنی دانه نیز سرعت جوانه‌زنی به ترتیب با حدود ۱۱، ۲۲ و ۷۱ درصد کاهش، حساسیت بیشتری نسبت به تنش شوری داشت. بنابراین، فراتحلیل اثر شوری بر تولید برنج در کشور نشان داد که دامنه تحمل برنج به شوری باید کمتر از ۴ دسی زیمنس بر متر در نظر گرفته شود.

کلید واژه‌ها: برنج، تنش شوری، جوانه‌زنی، عملکرد، فراتحلیل

مقدمه
برنج (*Oryza sativa* L.) غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان بوده و حدود ۹۰ درصد از میزان تولید و مصرف آن در قاره آسیا می‌باشد (فائو، ۲۰۱۴). در ایران نیز کشت برنج جایگاه ویژه‌ای دارد و سطح زیر کشت آن حدود ۶۴۰ هزار هکتار است و مقدار تولید شلتوک کشور، حدود ۲/۸۴ میلیون تن برآورد شده است (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶). تنش‌های شوری و کمبود آب از جمله مشکلات مهم کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌روند (حسین و همکاران، ۲۰۱۳). این شرایط باعث کاهش شدید محصول زمین‌های زراعی به واسطه القای طیف گسترده‌ای از آشفتگی و بی‌نظمی در انجام فعالیت‌های حیاتی در مقیاس سلولی و گیاه کامل شده که می‌تواند منجر به مرگ گیاه یا کاهش در بهره‌وری شود. غالب نتایج مطالعه‌های شوری نشان داده است که بالا بودن میزان نمک در محلول خاک، عملکرد گیاهان زراعی را به شدت کاهش می‌دهد (پیردشتی و همکاران، ۲۰۱۲؛ پیراسته-انوشه و همکاران، ۲۰۱۵). برنج در مرحله زایشی بیشتر به شوری حساس است اما دلایل کمی برای آن

شناخته شده است. حد تحمل برنج نسبت به شوری در حدود ۴۰ میلی‌مولار می‌باشد (علی و همکاران، ۲۰۱۴) و حساسیت آن به شوری تا حدی است که شوری خاک با هدایت الکتریکی ۶/۵ دسی زیمنس بر متر منجر به کاهش عملکرد بیش از ۵۰ درصدی در برنج خواهد شد (شانون و گریو، ۲۰۱۲؛ سعیدی‌پور، ۱۳۹۶).

مطالعات زیادی در ایران و جهان روی اثرات تنش شوری بر عملکرد، اجزای عملکرد و جوانه‌زنی برنج صورت گرفته است، اما تاکنون بررسی نشده که در مجموع تنش شوری، تا چه میزان باعث کاهش عملکرد یا سرعت جوانه‌زنی برنج می‌شود؟ برای پاسخ به این سوالات لازم است تا تحقیق‌های مختلف مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گیرند. روشی که برای تحلیل آماری مجموعه‌ای از پژوهش‌ها به کار می‌رود را در اصطلاح فراتحلیل (متاآنالیز) گویند. هدف فراتحلیل به دست آوردن اطلاعات بیشتر از اطلاعات موجود است که با روی هم ریختن نتایج مطالعه‌های کوچکتر و با یک یا چند آنالیز آماری حاصل می‌شود. به این ترتیب نتایجی که ممکن است در مطالعه‌های کوچکتر کشف نشود با استفاده از فراتحلیل ده‌ها مطالعه کوچک قابل حصول خواهد بود (سلطانی و سلطانی، ۱۳۹۳). بنابراین هدف این پژوهش بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد، اجزای عملکرد و جوانه‌زنی برنج با کمک روش فراتحلیل بود.

مواد و روش‌ها

اطلاعات آماری این پژوهش از مجموع مقالاتی که روی تنش شوری و به زبان فارسی در مجلات علمی پژوهشی داخلی و نمایه شده در پایگاه‌های اطلاعاتی جهاد دانشگاهی و مگیران چاپ شده بودند کسب شد. تعداد ۱۴ مقاله در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت که اطلاعات آماری مورد استفاده در فراتحلیل از آنها استخراج شد. لازم به ذکر است که تعداد مقالات چاپ شده بیش از این موارد بود که در برخی از آنها مقایسه با شاهد صورت نگرفته بود، مقالاتی نیز به دلیل قابل استخراج نبودن اطلاعات و برخی دیگر به علت پایین بودن سطح کیفی مقاله، از فراتحلیل حذف شدند. رویکرد فراتحلیلی در این پژوهش نیز، رویکرد فراتحلیلی هدگز (هگز و همکاران، ۱۹۹۹) استفاده شد. در هر مقاله مقادیر مقایسه میانگین و اندازه نمونه (تعداد تکرار در هر آزمایش) برای تیمار شاهد و تیمار اعمال شده، استخراج شدند (خلیلی‌اقدم و همکاران، ۱۳۹۷).

بعد از جمع‌آوری داده‌ها، به طور معمول در فراتحلیل اندازه اثر تعیین می‌شود (گورویچ و هگز، ۱۹۹۹) و برای مقایسه آنها حدود اطمینان حول میانگین‌ها یا شیب‌ها تعیین می‌شود. برای تعیین اندازه اثر نیاز است ابتدا نسبت واکنش تعیین شود (معادله ۱). بر این اساس مقادیر میانگین صفات اندازه‌گیری شده در شرایط استفاده از تنش شوری به ترتیب با $\bar{X}_E$ و مقادیر میانگین در شرایط عدم تیمار (شاهد) با $\bar{X}_C$ نشان داده شده است. به این ترتیب، نسبت واکنش (R) به صورت زیر محاسبه شد:

معادله ۱)
$$R = \frac{\bar{X}_E}{\bar{X}_C}$$

سپس مقادیر نسبت واکنش به صورت زیر لگاریتمی شد:

معادله ۲)
$$L = \ln R = \ln\left(\frac{\bar{X}_E}{\bar{X}_C}\right)$$

قبل از فراتحلیل، وزن‌دهی داده‌ها صورت گرفت تا داده‌هایی که تعداد تکرار یا تیمارهای بیشتری داشته‌اند سهم بیشتری نیز در کل داده‌ها داشته باشند. به این ترتیب مطالعاتی که دقت آزمایشی بالاتری دارند وزن بیشتری نیز خواهند داشت که موجب افزایش دقت اندازه اثر تخمین‌زده خواهد شد. میانگین وزن‌دهی شده لگاریتم نسبت واکنش که بیشترین دقت (کمترین واریانس) را ایجاد می‌کند، عبارت است از:

معادله ۳)
$$\overline{L^*} = \frac{\sum_{i=1}^{k} W_i^* L_i}{\sum_{i=1}^{k} W_i^*}$$

در این رابطه W معادل تعداد تکرار در هر مطالعه است. سپس میانگین اندازه اثر و حدود اطمینان (۹۵ درصد) برای هر مطالعه تعیین شدند. برای تفسیر راحت‌تر داده‌ها مقادیر به دست آمده آنتی‌لگاریتم گرفته شدند و داده‌ها به صورت درصد افزایش یا کاهش نسبت به میانگین ارائه شدند (سلطانی و سلطانی، ۱۳۹۳).

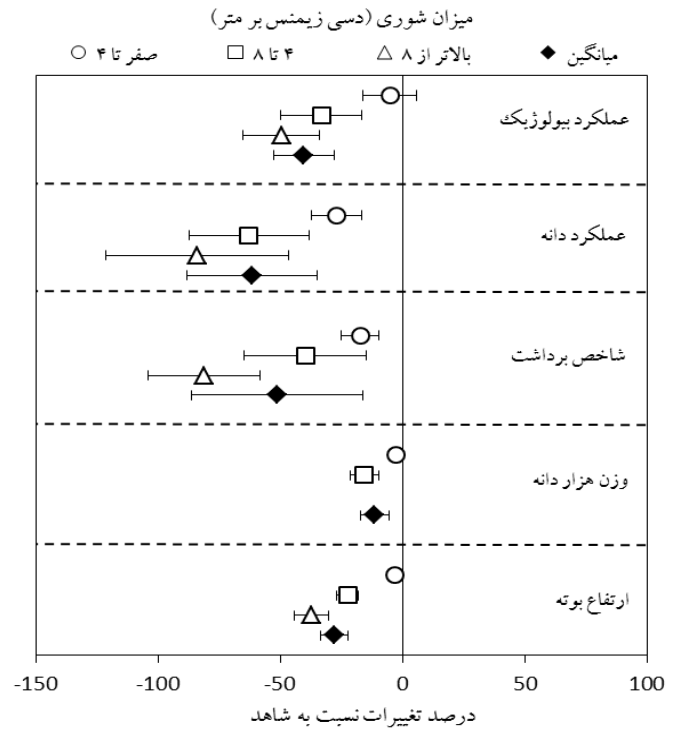
در این مطالعه، داده‌های آماری تحقیقات مربوط به تأثیر سطوح مختلف تنش شوری بر عملکرد، اجزای عملکرد، ارتفاع بوته، درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن و طول گیاهچه برنج در ایران بررسی فراتحلیلی شد. در این راستا، سطوح تنش شوری به سه گروه صفر تا چهار، چهار تا هشت و بیشتر از هشت دسی زیمنس بر متر تفکیک شدند. پس از جمع‌آوری صفات مورد مطالعه، ثبت تمام داده‌ها و رسم اشکال نیز در محیط نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

جدول ۱- تیمار مورد مطالعه در مقابل شاهد

تیمار مورد بررسی	شاهد	تعداد مقالات
تنش شوری (اثر سطوح مختلف ۴-۰، ۸-۴ و بیشتر از ۸ دسی زیمنس بر متر)	کشت در خاک معمولی یا آبیاری با آب غیرشور	۱۴

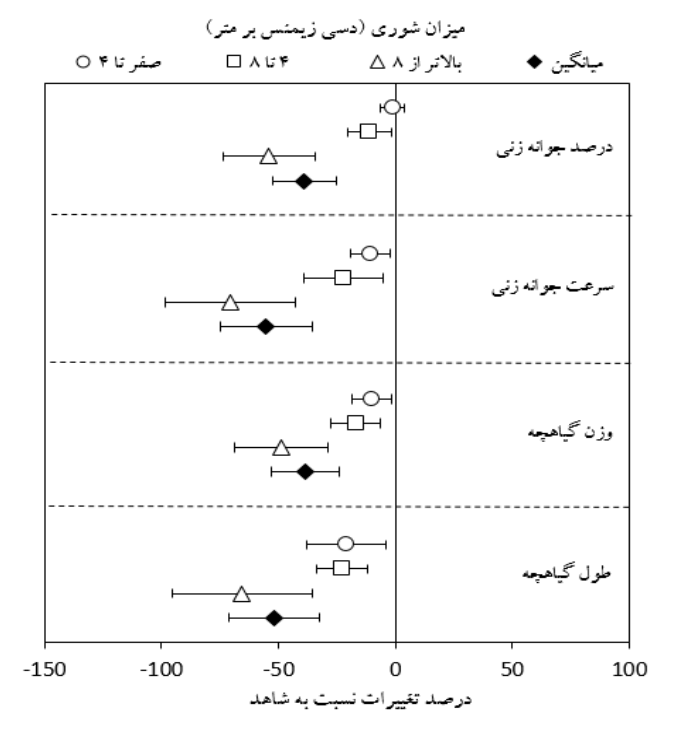
نتایج و بحث

یافته‌های حاصل از فراتحلیل مجموع مطالعات نشان داد که در سطح شوری بیشتر از ۸ دسی زیمنس بر متر، از بین صفات عملکرد و اجزای عملکرد، بیشترین کاهش به‌ترتیب در عملکرد دانه (۸۴ درصد)، شاخص برداشت (۸۱ درصد) و عملکرد بیولوژیک (۴۹/۵ درصد) و کمترین کاهش در وزن هزار دانه (۱۵ درصد) مشاهده شد. همچنین میانگین اثرات شوری در این مطالعه نشان داد که صفاتی چون عملکرد دانه (۶۱ درصد)، شاخص برداشت (۵۱ درصد) و عملکرد بیولوژیک (۴۰ درصد) بیشترین بیشترین و صفاتی مانند وزن هزار دانه (۱۱ درصد) و ارتفاع بوته (۲۸ درصد) کمترین تغییرات را در مواجه با سطوح شوری خواهند داشت (شکل ۱). در شرایط استفاده از آب‌های شور یا کشت در خاک‌های با درجه شوری بالا کاهش عملکرد دانه و بیولوژیک قابل انتظار است و اینکه شوری از طریق افزایش پتانسیل اسمزی خاک، کاهش دسترسی ریشه گیاه به آب و آثار سمیتی سبب کاهش درصد سبز مزرعه، کاهش تراکم گیاهی و نهایتاً کاهش بوته در واحد سطح و کاهش عملکرد خواهد شد (رنجبر و پیراسته-انوشه، ۲۰۱۵؛ خلیلی‌اقدم و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۱- نتایج فراتحلیل مطالعات مربوط به اثر سطوح مختلف تنش شوری بر عملکرد، اجزای عملکرد و ارتفاع بوته برنج در ایران. هر نقطه درصد تغییرات نسبت به شاهد را نشان می‌دهد که برای سطوح تنش شوری صفر تا چهار، چهار تا هشت و بیشتر از هشت دسی زیمنس بر متر تفکیک شده است.

در سطح شوری بیشتر از ۸ دسی زیمنس بر متر بیشترین کاهش صفات جوانه‌زنی برنج، به‌ترتیب در سرعت جوانه‌زنی (۷۰/۵درصد)، طول گیاهچه (۶۵/۵ درصد)، درصد جوانه‌زنی (۵۴ درصد) و کمترین کاهش در وزن گیاهچه (۴۹ درصد) مشاهده شد. همچنین میانگین اثرات شوری در این مطالعه نشان داد که صفاتی چون سرعت جوانه‌زنی (۵۵ درصد)، طول گیاهچه (۵۲ درصد) و درصد جوانه‌زنی (۳۹ درصد) بیشترین و وزن گیاهچه (۳۸/۵ درصد) کمترین تغییرات را در مواجه با سطوح شوری خواهند داشت (شکل ۲). در مطالعات شانون و گریو (۲۰۱۲) بیان شد که حساسیت برنج به شوری تا حدی است که شوری خاک با هدایت الکتریکی ۶/۵ دسی زیمنس بر متر منجر به کاهش عملکرد بیش از ۵۰ درصدی در برنج خواهد شد.



شکل ۲- نتایج فراتحلیل مطالعات مربوط به اثر سطوح مختلف تنش شوری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن و طول گیاهچه برنج در ایران. هر نقطه درصد تغییرات نسبت به شاهد را نشان می‌دهد که برای سطوح تنش شوری صفر تا چهار، چهار تا هشت و بیشتر از هشت دسی زیمنس بر متر تفکیک شده است.

نتیجه‌گیری کلی

فراتحلیل اثر شوری بر تولید برنج نشان داد که عملکرد دانه حساس‌ترین و درنتیجه آسیب‌پذیرترین صفت نسبت به تنش شوری می‌باشد. به‌طوری که در دامنه شوری ۴-۰، ۸-۴ و بیشتر از ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۲۷، ۶۳ و ۸۴ درصد کاهش نشان داد. از سوی دیگر باتوجه کاهش ۲۷ درصدی عملکرد دانه در دامنه شوری صفر تا چهار دسی‌زیمنس بر متر به‌نظر می‌رسد که دامنه تحمل گیاه برنج نسبت به تنش شوری باید کمتر از ۴ دسی زیمنس بر متر در نظر گرفته شود.

منابع

بی‌نام. آمارنامه کشاورزی جلد اول: محصولات زراعی، سال زراعی ۱۳۹۶- ۱۳۹۵. وزارت جهاد کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، ۱۳۹۶.

خلیلی‌اقدم، نبی.، حسنی، روژان. و میرمحمودی، تورج. ۱۳۹۷. فراتحلیل برخی عوامل مؤثر بر تولید گندم در ایران. به زراعی کشاورزی.

سعیدی‌پور، س. ۱۳۹۶. اثر تنش شوری بر عملکرد، غلظت و توزیع برخی عناصر در اندام‌های مختلف دو رقم برنج (*Oryza sativa* L.)، فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹ (۳۶): ۴۰-۲۷.

سلطانی، ا. و سلطانی، ا. ۱۳۹۳. فراتحلیل (متاآنالیز) اثر پرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی: مطالعه موردی در ایران. اولین کنگره بین‌المللی و سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر.

Ali, M.N., Yeasmin, L., Gantait, S., Goswami, R, and Chakraborty, S. 2014. Screening of rice landraces for salinity tolerance at seedling stage through morphological and molecular markers. Physiology Molecular Biology Plant.

FAO. 2014. Rice market monitor. 17(1): 40 p. http://www.fao.org/3/a-i4147e.pdf.

Gurevitch, J. and Hedges, L.V. 1999. Statistical issues in ecological meta-analyses. Ecology 80: 1142-1149.

Hedges, L.V., Gurevitch, J. and Curtis, P.S. 1999. The meta-analysis of response ratios in experimental ecology. Ecology 80: 1150-1156.

Hussin, S., Geissler, N. and Koyro, H. W. 2013. Effect of NaCl salinity on (*Atriplex nummularia* L.) with special emphasis on carbon and nitrogen metabolism. Journal of Acta Physiology Plant. 35: 1025-1038.

Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y. and Sepaskhah. A.R. 2015. Improving barley performance by proper foliar applied salicylic-acid under saline conditions. International Journal Plant Production. 9: 467-486.

Pirdashti, H., Yaghoubian, Y., Goltapeh, E. and Hosseini, S. 2012. Effect of mycorrhiza-like endophyte (*Sebacina vermifera*) on growth, yield and nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) under salt stress. Journal of Agricultural Technology. 8(5): 1651-1661.

Ranjbar, G.H. and Pirasteh-anosheh, H. 2015. A glance to the salinity research in Iran with emphasis on improvement of field crop production. Iranian Journal of Crop Science. 17(2): 165-174. (In Persian).

Shannon, M.C. and Grieve, C.M. 2012. Tolerance of vegetable crops to salinity. Science Horticulture. 78: 5-38.

Meta-analysis of salinity stress effects on rice (*Oryza sativa* L.): a case study in Iran

M. Gharavi Baigi[1], Y. Yaghoubian[2*], H. Pirdashti[3]

1- Department of Agronomy, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

2*- Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

3- Department of Agronomy, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

***y.yaghoubian@yahoo.com**

Abstract

Researches on the effects of salinity stress on the yield of rice plant have a 15-year history in the country. However, due to the disparity in the results of various experiments, it is difficult to conclude a conclusion. Hence, in this study, in order to achieve a unit result, a meta-analysis method was used to reconcile and analyze the findings of independent experiments. For this purpose, published articles in Iranian journals on the effect of salinity stress on germination and rice yield were collected and data were analyzed by meta-analysis. The levels of salt stress used in the experiments were in the range of 4-0, 8-4, and more than 8 dS/m, respectively. The results showed that grain yield was the most vulnerable to salinity stress among studied traits and decreased by 27, 63 and 84 percent, respectively, in the salinity range of 4-0, 8-4 and more than 8 dS/m. Among seed germination traits, germination rate was more sensitive to salinity stress and decreased by 11, 22 and 71% respectively. Therefore, the meta-analysis of the effect of salinity on rice production in Iran showed that rice tolerance to salinity was less than 4 dS/m.

Keywords: Meta-analysis, germination, rice, salinity stress, yield