

بررسی اثر متقابل تنش شوری و تغذیه معدنی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو (*Hordeum vulgare*)

• محمد کافی

استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

• غلامحسین حق نیا

استاد گروه خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

• غلامرضا زمانی

استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

• مجید رستمی (نویسنده مسئول)

استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۸۸

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۳۵۹۸۲۷۳

Email: majidrostami7@yahoo.com

چکیده

به منظور مطالعه برهمکنش اثرات تنش شوری با سطوح کودهای نیتروژنه و فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد جو، آزمایشی در شرایط مزرعه در سال های زراعی ۸۲-۱۳۸۱ و ۸۳-۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت های اصلی شامل سطوح مختلف شوری آب آبیاری (۱/۵، ۵/۵ و ۹/۵ دسی زیمنس بر متر) و کرت های فرعی شامل سه سطح نیتروژن از نوع اوره (۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح کود فسفره از نوع سوپر فسفات (۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) بودند. تیمار شوری در هیچ کدام از سال های اجرای آزمایش تاثیر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک جو نداشت. در سال اول، برهمکنش شوری و فسفر معنی دار بود و مصرف فسفر باعث کاهش اثرات منفی شوری گردید. در سال دوم، برهمکنش فسفر، نیتروژن و شوری و همچنین اثر فسفر و نیتروژن معنی دار بود و با افزایش مصرف این کودها عملکرد بیولوژیک جو افزایش معنی داری نشان داد. شوری در هیچ کدام از سال های اجرای آزمایش اثر معنی داری بر عملکرد دانه جو نداشت اما موجب کاهش عملکرد و تغییر اجزای عملکرد جو شد. در هر دو سال، افزایش شوری تعداد سنبله در واحد سطح را افزایش داد، در حالی که وزن هزار دانه و تعداد دانه اندکی کاهش یافت. همچنین در هر دو سال بر هم کنش شوری، فسفر و نیتروژن معنی دار بود. هیچ کدام از تیمارهای کودی تاثیر معنی داری بر تعداد دانه در سنبله نداشتند اما وزن هزار دانه تحت تاثیر تیمارهای نیتروژن و فسفر قرار گرفت.

کلمات کلیدی: جو، تغذیه معدنی، شوری، فسفر، عملکرد، نیتروژن

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 91 pp: 104-110

Interactions of salinity stress and mineral nutrition on yield and yield component of barley (*Hordeum vulgare* L.)

By: Mohammad kafi, Professor, Dept. of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad, Gholam Hossein Haghnia, Professor, Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad, Gholam Reza Zamani, Assistant Prof, Dept. of Agronomy, Birjand University, Majid Rostami, Assistant Prof, Dept. of Agronomy, Malayer University (Corresponding Author; Tel: +989153598273)

This study was conducted in order to estimation of narrow sense heritability of leaf, stem and spike dry weight and genetic correlation between these traits with yield, biomass and harvest index. Two parents Sardari and SON 64 with 50 F3 line resulted of cross between them was planted in RCBD design in three replications. Measuring of these traits sampling before anthesis stage. Estimation of genetic parameters was conducted in attention to important of genetic variation between and within generations. Estimation of narrow sense heritability for dry weight of leaf, stem and spike was 69.5, 68.6 and 56 percent, respectively. These results indicated role relatively high of additive effects on control of these traits. Therefore, from selection on the basis of these traits, favorable genetic advances will except. In this study, dry weight of leaf had negative genetic correlations with yield, harvest index and positive genetic correlation with biomass, and dry weight of stem and spike. Spike dry weight had positive genetic correlation with yield and biomass. In attention to high heritability and positive genetic correlation estimates for dry weight stem and spike with yield, these traits proposed for selection and improvement of yield traits of this population.

Key words: Barley, Mineral nutrition, Salinity, Phosphorous, Yield, Nitrogen

مقدمه

تنش شوری یکی از مهمترین عوامل موثر در کاهش عملکرد محصولات زراعی می باشد. هم اکنون حدود ۳۳ درصد از زمینهای تحت آبیاری دنیا (ماشی و گالشی، ۱۳۸۵) و ۵۰ درصد زمین های فاریاب ایران با مشکل شوری مواجه هستند (وزارت کشاورزی، ۱۳۷۷). اصلاح و زهکشی خاک های شور به سبب هزینه زیاد، کاری بسیار دشوار است لیکن با استفاده از ارقام مقاوم و همچنین روش های به زراعی امکان استفاده از این زمین ها فراهم می گردد. از آنجا که واکنش گونه ها و ارقام زراعی به شوری متفاوت است (داداشی و همکاران، ۱۳۸۶) و حتی در یک رقم زراعی خاص نیز مقاومت به شوری در مراحل مختلف رشد متفاوت می باشد، شناخت فیزیولوژی گیاهان و همچنین مکانیسم های تحمل شوری می تواند نقش قابل توجهی در افزایش تولید در مناطق شور داشته باشد (حق نیا، ۱۳۷۱).

سازوکارهایی که گیاه برای جذب، انتقال و استفاده از عناصر غذایی معدنی در شرایط شوری به کار می برد ممکن است همانند شرایط عادی نباشد. در بعضی از خاک های شور غلظت های Na^+ و یا Cl^- همسان یا حتی چندین برابر عناصر معدنی پر مصرف می باشد. این امر می تواند موجب کاهش فعالیت یونی و ایجاد نسبت های زیاد سدیم به کلسیم، سدیم به پتاسیم و سدیم به منیزیم گردد (Grieve و Gratan، ۱۹۹۹).

در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تعادل تغذیه ای می تواند به راه های گوناگون صورت گیرد. این عدم تعادل ممکن است به دلیل تاثیر شوری بر فراهمی به عناصر غذایی، جذب رقابتی، انتقال یا تقسیم داخل گیاه، ایجاد گردد و یا ممکن است به سبب عدم فعالیت فیزیولوژیکی یک

ماده غذایی معین و افزایش نیاز گیاه برای این عنصر غذایی در ارتباط باشد. برهمکنش موثر بر قابلیت دسترسی مواد غذایی، جذب و توزیع آن نیز موضوع پیچیده ای است. وجود شوری موجب پیچیدگی بیشتر در تغذیه معدنی گیاهان می شود (Marschner، ۱۹۹۵). تغذیه عناصر معدنی گیاه به میزان زیادی تحت تاثیر شوری قرار می گیرد، زیرا در اثر شوری جذب انتخابی یونها توسط ریشه انجام می شود. همچنین تغییراتی از نظر نیاز اندام های هوایی و ریشه به عناصر معدنی حاصل شده و میزان انتقال مواد درون گیاه کاهش می یابد. از سوی دیگر تجمع یون هایی که ممکن است در متابولیسم گیاه اختلال ایجاد کند، افزایش می یابد و مکانیسم های جذب، انتقال و استفاده از عناصر معدنی ممکن است به اندازه شرایط طبیعی کارایی نداشته باشند (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰). در شرایط شور غلظت یونهای سدیم و کلر معمولا بیشتر از عناصر غذایی پر مصرف است و در مورد عناصر کم مصرف، این تفاوت بسیار بیشتر است. بنابراین گیاهان به علت اثرات اسمزی و آسیب یون های خاص و ایجاد اختلالات تغذیه ای دچار افت کیفیت و کمیت محصول می شوند (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۷۹ و حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰).

برهم کنش میان فسفر و شوری تقریبا به اندازه بر هم کنش شوری و نیتروژن پیچیده است و به گونه گیاهی، رقم، سن گیاه، سطح و ترکیب شوری و غلظت فسفر بستگی دارد (پوستینی و ابوبالبیان، ۱۳۸۰). Champagnol (۱۹۷۹) گزارش کرده است که استفاده از کود های فسفره در خاک های شور باعث افزایش رشد و عملکرد در ۳۴ گیاه از ۳۷ گیاه مورد مطالعه شده است.

فراهمی فسفات در خاک های شور به علت اثرات شدید یونی (که باعث کاهش فعالیت فسفر می شود)، جذب سطحی و حلالیت اندک فسفر

هفتگی انجام می شد. به منظور شستشوی املاح اولیه موجود در لایه سطحی خاک و اطمینان از سبزش شدن یکنواخت بذور کاشته شده، در همه تیمارها، نخستین آبیاری با استفاده از کمترین سطح شوری $(EC = 1/5 \text{ dS/m})$ انجام شد. در هر کرت، تعداد پنجه و ارتفاع گیاه بر روی ۵ بوته که به طور تصادفی انتخاب شده بودند در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی تعیین شد.

بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی، ۰/۱۲ متر مربع از هر کرت برداشت شده و سنبله های جو شمارش گردیدند. برای تعیین وزن هزار دانه در هر تیمار، ۴ نمونه هزار تایی بذر بوسیله دستگاه شمارشگر بذر تفکیک و سپس توزین گردیدند. در پایان فصل رشد سطحی معادل ۲/۴ مترمربع از ردیف های مرکزی به طور کامل برداشت و پس از اندازه گیری وزن کل دانه ها و کاه (عملکرد بیولوژیک)، دانه های جو از کاه جدا و توزین شد و عملکرد دانه بر حسب رطوبت ۱۲ درصد ثبت گردید. برای پردازش داده ها و محاسبات آماری از نرم افزارهای کامپیوتری Excel و MSTAT-C و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال یک درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک جو

تیمار شوری در هیچ کدام از سال های اجرای آزمایش اثر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک جو نداشت. در سال اول اجرای آزمایش اثر فسفر در سطح ۱ درصد و بر همکنش شوری و فسفر در سطح ۵ درصد معنی دار گردید و بقیه تیمارها اثر معنی داری بر این صفت نگذاشتند (شکل های ۱ و ۲). بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک بدست آمده (۱۰۵۹۰ کیلوگرم در هکتار) با استفاده از بالاترین سطح فسفر و کمترین مقدار آن (۹۳۲۱ کیلوگرم در هکتار) با مصرف کمترین سطح فسفر به دست آمد. مصرف فسفر تا حدودی اثرات منفی شوری را کاهش داد و افزایش مقدار فسفر در همه سطوح شوری باعث افزایش عملکرد بیولوژیک جو گردید به گونه ای که در سال اول کمترین عملکرد بیولوژیک مربوط به کرت هایی بود که در آن بیشترین شوری و کمترین مقدار فسفر اعمال شده بود (شکل ۲).

در سال دوم نیز روند مشاهده شده کاملاً مشابه سال اول بود و کمترین عملکردهای بیولوژیک مشاهده شده مربوط به سطح اول فسفر بود لیکن در این سال اختلاف بین تیمارها معنی دار نگردید. به نظر می رسد که وقوع بارندگی های بیشتر در سال دوم از طریق کاهش اثرات مضر شوری باعث شده که تفاوت بین تیمارها به حداقل رسیده و تفاوت آن ها معنی دار نشود.

در سال دوم اجرای آزمایش، اثر فسفر (شکل ۱) و همچنین بر همکنش شوری، فسفر و نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد و اثر تیمار نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شدند (شکل ۳) و هیچکدام از بقیه اثرات معنی دار نشدند. نیتروژن از طریق افزایش دوام سطح برگ و بقای پنجه ها و به عبارت دیگر از طریق افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه باعث افزایش تولید ماده خشک گیاه شده به گونه ای که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک مربوط به تیماری بود که بالاترین مقدار نیتروژن در آن به کار برده شد.

کاهش می یابد. در برخی از آزمایش ها، اشاره شده است که افزودن فسفر باعث افزایش مقاومت گیاه به شوری گردیده است (Awad و همکاران، ۱۹۹۰). در شرایط مزرعه با افزایش شوری، غلظت فسفر در بافت های گیاهی کاهش یافته و در برخی موارد این کاهش غلظت تا ۵۰ درصد حالت عادی نیز رسیده در حالی که هیچ نشانه ای از کمبود فسفر در گیاه دیده نشده است (Sharpley، ۱۹۹۲). به (Champagnol، ۱۹۷۹) بسیار غیرمحمتمل است که H_2PO_4^- و Cl^- با یکدیگر برای جذب شدن به وسیله گیاه رقابت کنند. اکثر مطالعاتی که نشان داده اند شوری باعث افزایش غلظت فسفر در بافت های گیاهی می شود مزرعه ای نبوده و در شرایط آبکشت یا کشت در شن انجام گرفته اند (Grieve و Gratan، ۱۹۹۴). هدف این تحقیق دو ساله، بررسی اثرات تعدیل کنندگی عناصر پر مصرف فسفر و نیتروژن در گیاه نسبتاً مقاوم به شوری جو در سطوح مختلف شوری و در شرایط آب و هوایی حاشیه کویر است.

مواد و روش ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۸۱-۸۲ و ۱۳۸۲-۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در کیلومتر ۵ جاده بیرجند - کرمان با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۹ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه و ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا انجام شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی و $\text{pH} = 8/3$ و $\text{EC} = 2/5 \text{ dS/m}$ بود.

آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد، کرت های اصلی شامل سه سطح شوری آب آبیاری (۱/۵، ۵/۵ و ۹/۵ dS/m) از چاه های موجود در منطقه بود و کرت های فرعی شامل سه سطح نیتروژن (با کاربرد ۱۵۰، ۳۰۰، ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره) و سه سطح فسفر (با کاربرد ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل) بودند. در این آزمایش از جو رقم کویر که کاشت آن در شهرستان بیرجند رایج می باشد استفاده شد. مساحت هر کرت فرعی ۸ متر مربع بود که در آن ۱۰ ردیف با فاصله ۲۰ سانتیمتر و طول ۴ متر کاشته شد. پس از انجام مراحل آماده سازی زمین، عملیات کاشت بذر به صورت خشکه کاری و با دست در اول آذرماه انجام شد. بین کرت های فرعی ۵۰ سانتیمتر و بین کرت های اصلی ۲ متر فاصله برای جلوگیری از نفوذ آب به کرت های مجاور در نظر گرفته شد.

همه کود فسفات و یک سوم کود اوره همراه با کاشت و یک سوم از کود اوره در مرحله پنجه زنی و یک سوم باقی مانده در مرحله خروج خوشه از غلاف برگ پرچم به صورت سرک به زمین داده شد. در این آزمایش از کود پتاس نیز به میزان ۷۰ کیلوگرم در هکتار به هنگام کاشت استفاده شد. به منظور اعمال شوری یکنواخت از روش آبیاری کرتی استفاده شد، به طوری که در هر نوبت آبیاری، حجمی از آب که تامین کننده نیاز آبی گیاه بود از تانکرهای محتوی آب با شوری های مختلف که از چاه های عمیق موجود در مزرعه برداشت شده و به کرت های آزمایشی منتقل شد. حجم آب ورودی به کرت ها یکسان بوده و به وسیله کنتور حجمی به طور دقیق کنترل می شد.

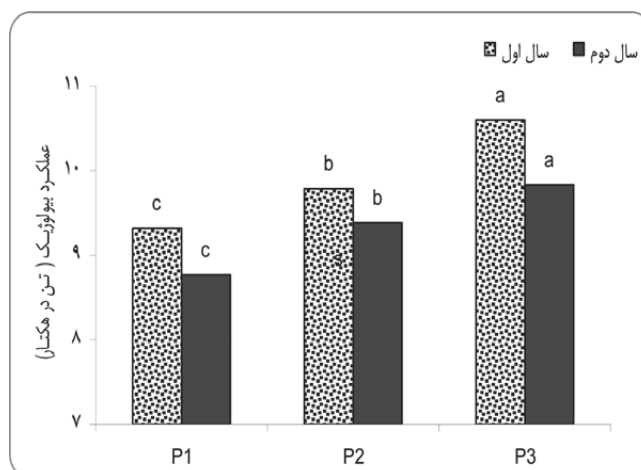
در صورت عدم وقوع بارندگی، آبیاری کرت های آزمایشی به صورت

عملکرد و اجزای عملکرد تعداد سنبله در واحد سطح

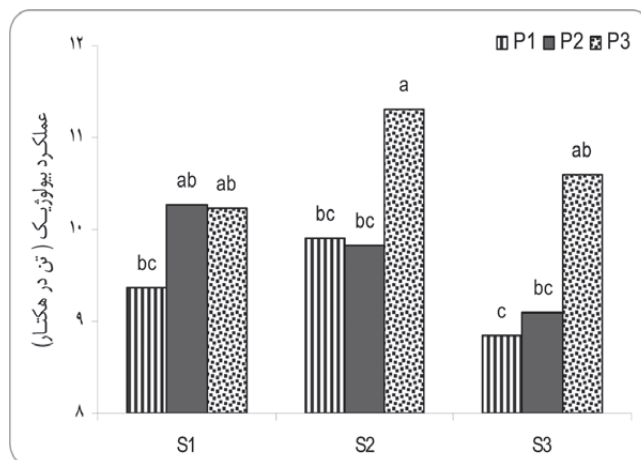
شوری تنها در سال دوم اجرای آزمایش اثر معنی داری بر تعداد سنبله در واحد سطح داشت (شکل ۴). در سال اول بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح (۹۱۸ سنبله در متر مربع) مربوط به تیمار دوم شوری (۵/۵ dS/m) و کمترین تعداد سنبله (۸۶۵ سنبله در متر مربع) مربوط به سطح سوم شوری (۹/۵ dS/m) بود. در سال دوم هم تعداد سنبله در واحد سطح و هم روند تغییرات تعداد سنبله در شوری های مختلف متفاوت بود. در این سال بیشترین تعداد سنبله (۹۹۴ متر مربع) مربوط به بیشترین مقدار شوری (S۳) و کمترین تعداد سنبله (۹۰۵ سنبله در متر مربع) مربوط به تیمار دوم شوری (S۲) بود. نکته قابل ملاحظه این است که در هر دو سال اجرای آزمایش در تیماری که کمترین مقدار شوری اعمال شده بود (S۱) در مقایسه با یکی از دو تیمار دیگر شوری (که مقدار شوری آن ها بیشتر بود)، تعداد سنبله کمتری تولید شد، به عبارت دیگر، در سال اول، شوری متوسط و در سال دوم، شوری شدید باعث افزایش تعداد سنبله گردید. نتایج بدست آمده با نتایج برخی مطالعات دیگر (Al-Jibury و همکاران، ۱۹۸۶؛ Gratan و Grieve، ۱۹۹۹؛ Shaviv و همکاران، ۱۹۹۰) هماهنگی دارد. در آزمایشی که بر روی ارقام برنج در پاکستان انجام شد، تعداد پنجه برنج در شرایط معمولی و بدون تنش ۷/۴ پنجه در هر گیاه بود، در حالیکه با افزایش شوری در محیط ریشه، تعداد پنجه ها افزایش یافت و نهایتاً در تیمار حداکثر شوری (۷dS/m=EC) بیشترین تعداد پنجه (۱۰/۳ پنجه در گیاه) مشاهده شد (گراتان و گریو، ۱۹۹۹). افزایش تعداد پنجه پتانسیل تولید سنبله را در گیاه بالا می برد.

در سال اول تنها بر همکنش فسفر و نیتروژن بر روی صفت تعداد سنبله در واحد سطح معنی دار شد (شکل ۵) و سایر اثرات معنی دار نگردید. در کلیه سطوح شوری، بیشترین تعداد سنبله مربوط به تیماری بود که در آن مقدار کم فسفر به همراه مقدار متوسط نیتروژن (P۱N۲) به کار برده شده بود. دو تیمار کودی دیگر هم که مقدار متوسط نیتروژن (P۳N۲) و (P۲N۲) مصرف شده بود نیز از لحاظ تعداد سنبله به ترتیب در رتبه های دوم و سوم قرار گرفتند. در سال دوم گذشته از اثر شوری که در سطح ۵ درصد معنی دار شد، اثر فسفر، بر هم کنش فسفر و نیتروژن و همچنین بر هم کنش شوری×فسفر×نیتروژن معنی دار شد. افزایش مصرف فسفر باعث شد که تعداد سنبله از ۷۹۲ عدد در متر مربع (که با مصرف کمترین مقدار کود فسفر بدست آمد) به ۹۱۴ سنبله در مترمربع (در تیمار بالاترین مقدار فسفر) برسد. به نظر می رسد که فسفر از طریق کاهش اثرات منفی آنیون کلر و همچنین تقویت سیستم ریشه ای باعث بهبود رشد گیاه و تولید پنجه های بارور بیشتر در جو گردیده است.

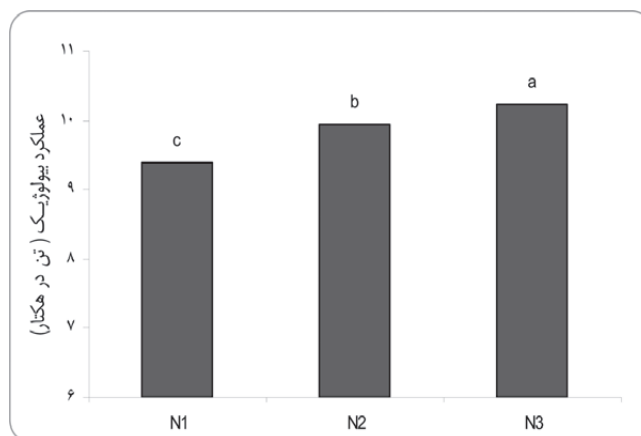
بر همکنش مشاهده شده میان فسفر و نیتروژن در سال دوم با نتایج سال اول بسیار متفاوت بود. در سال دوم بیشترین تعداد سنبله (۹۷۰ سنبله در مترمربع) مربوط به کرت هایی بود که در آن ها بیشترین مقدار کود فسفره و نیتروژنه به کار برده شده بود (P۳N۲) و کمترین تعداد سنبله (۷۱۶ سنبله در متر مربع) مربوط به کرت هایی بود که کمترین مقدار این دو عنصر را دریافت کرده بودند. در مورد بر هم کنش شوری×



شکل ۱- اثر مقادیر کود فسفر بر عملکرد بیولوژیک جو در سالهای اجرای آزمایش P1، P2 و P3 به ترتیب ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ کیلو گرم در هکتار سوپر فسفات تریبل



شکل ۲- برهمکنش مقادیر مختلف فسفر و شوری بر عملکرد بیولوژیک جو در سال اول آزمایش P1، P2، P3 به ترتیب ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلو گرم در هکتار سوپر فسفات تریبل و S1، S2، S3 به ترتیب سه سطح شوری ۱/۵، ۵/۵، ۹/۵ dS/m آب آبیاری است.



شکل ۳- اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک جو در سال دوم اجرای آزمایش (N1، N2، N3 به ترتیب سه سطح نیتروژن از نوع کود اوره به میزان ۱۵۰، ۲۰۰، ۴۵۰ کیلو گرم در هکتار)

باعث افزایش تعداد سنبله در واحد سطح شود.

تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه

در مورد تعداد دانه در سنبله جو در هیچکدام از سال های اجرای آزمایش و در هیچ یک از تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده نشد. از آن جا که در این آزمایش، شدت شوری اعمال شده در مقایسه با قدرت مقاومت به شوری جو زیاد نیست بنابراین تفاوت معنی داری بین تیمارها از لحاظ تعداد دانه مشاهده نمی شود، با این وجود کمترین تعداد دانه در سال اول (۲۶/۴ دانه در سنبله) و همچنین کمترین تعداد دانه در سال دوم (۲۹/۹ دانه در سنبله) مربوط به تیمار بالاترین سطح شوری است. در سال اول تیمار کاربرد کود فسفر و نیتروژن اثر بسیار معنی داری بر وزن هزار دانه داشتند (شکل ۶) و سایر اثرات هیچ کدام معنی دار نشدند. در این سال، بیشترین وزن هزار دانه (۳۸/۵ گرم) با مصرف کمترین مقدار فسفر و کمترین وزن هزار دانه (۳۶/۸ گرم) با مصرف بالاترین مقدار فسفر به دست آمد.

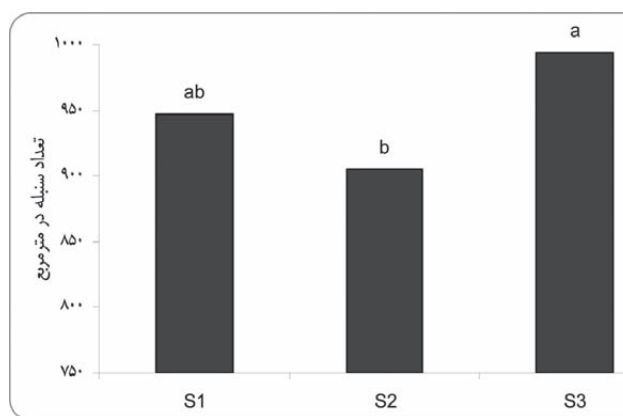
به نظر می رسد که افزایش مصرف فسفر تاثیری در افزایش وزن هزار دانه جو نداشت.

روند تغییر وزن هزار دانه با کاربرد مقادیر مختلف کود نیتروژن، روندی مشابه با فسفر نداشت. در این تیمار بیشترین وزن هزار دانه (۳۸/۱ گرم) مربوط به تیماری بود که در آن بیشترین مقدار نیتروژن به کار برده شده بود و کمترین مقدار وزن هزار دانه (۳۴ گرم) با مصرف کمترین مقدار نیتروژن به دست آمد.

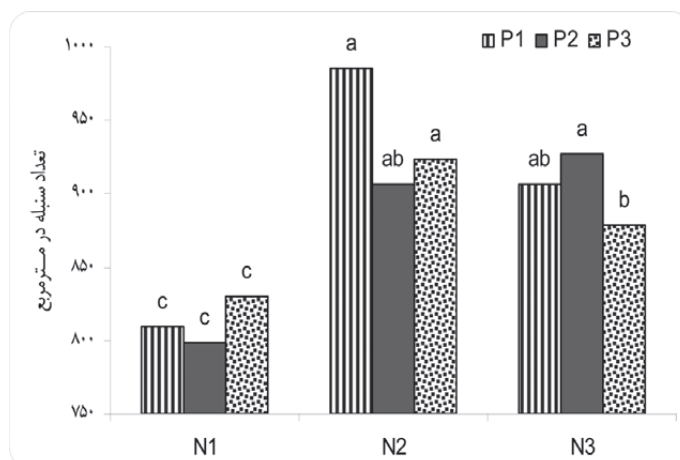
افزایش کود نیتروژن از طریق کاهش اثرات نامطلوب شوری، باعث افزایش رشد رویشی و گسترش سطح فتوسنتز کننده و همچنین افزایش دوام سطح سبز گیاه می گردد، در این شرایط ظرفیت فتوسنتزی گیاه حفظ شده و توان تولید گیاه در مقایسه با شرایط تنش افزایش می یابد. از سوی دیگر رشد رویشی بیشتر، به گیاه این امکان را می دهد که در مراحل پایانی رشد مواد فتوسنتزی ذخیره شده را به وسیله فرایند انتقال مجدد به دانه ها منتقل کند (Kafkafi و همکاران، ۱۹۹۲). افزایش مقدار فسفر و نیتروژن اثر معنی داری بر تعداد دانه در سنبله نداشت، از این رو طبیعی است که در این شرایط، مازاد مواد فتوسنتزی و همچنین کربوهیدرات های ذخیره ای انتقال یافته، صرف افزایش وزن هزار دانه شود.

تنش شوری در سال اول تاثیر معنی داری بر وزن هزار دانه داشت (شکل ۷) و بیشترین وزن هزار دانه (۳۴/۹ گرم) مربوط به پایین ترین سطح شوری و کمترین وزن هزار دانه (۳۳/۱ گرم) مربوط به بالاترین سطح شوری بود. در سال دوم اگر چه شوری اثر معنی داری بر این صفت نداشت، لیکن روند تغییرات مشاهده شده دقیقا مشابه سال اول بود. در سایر پژوهش ها نیز به این نکته اشاره شده است که شوری می تواند باعث کاهش وزن هزار دانه گردد (Pluchard و Gouis، ۱۹۹۶). با وجود تنش شوری، گیاه انرژی زیادی را صرف مقابله با اثرات نامطلوب این تنش می کند، بنابراین طبیعی است که انرژی کمتری صرف تشکیل و پر کردن دانه ها شود. افزون بر آن پیری زودرس برگ ها و ریزش آن ها موجب کاهش کارایی فتوسنتزی گیاه شده و اگر این رویدادها در مرحله پرشدن دانه ها رخ دهد، وزن هزار دانه به میزان زیادی کاهش می یابد (Perez و همکاران، ۱۹۹۳).

فسفر × نیتروژن بر روی تعداد سنبله نیز می توان گفت که فسفر در مقایسه با نیتروژن، تاثیر بیشتری در کاهش اثرات نامطلوب شوری در این سال داشته است به طوری که بیشترین تعداد سنبله (۹۲۲ سنبله در متر مربع) در سطح سوم شوری و با کاربرد بیشترین مقدار کود فسفره و نیتروژنه ($S_3P_3N_3$) به دست آمد و در تیمار $S_1P_1N_1$ عدد سنبله در واحد سطح مشاهده شد، حال آنکه در تیمار ($S_3P_3N_3$) تعداد سنبله ۸۱۱ عدد در واحد سطح بود، یعنی در شوری یکسان، کاهش مصرف کود فسفره (به میزان ۵۰ درصد) باعث شده که تعداد سنبله در واحد سطح تا ۲۲۸ عدد کاهش یابد در حالیکه ۵۰ درصد کاهش مصرف کود نیتروژن تعداد سنبله در واحد سطح را تنها به اندازه ۱۱۱ عدد کاهش داد. شوری می تواند از طریق تاثیر بر زمان ظهور پنجه ها و همچنین تعداد پنجه ها، بر تعداد سنبله (یا پنجه بارور) در گیاه تاثیر بگذارد، به همین دلیل هر عاملی مانند افزایش مقدار فسفر و نیتروژن در محیط رشد ریشه که اثرات نامطلوب شوری را کاهش دهد، می تواند



شکل ۴- اثر سطوح مختلف شوری بر تعداد سنبله جو در سال دوم آزمایش تریپل (S_1 ، S_2 و S_3 به ترتیب سه سطح شوری ۱/۵، ۵/۵، و ۹/۱۵ در آب آبیاری است).



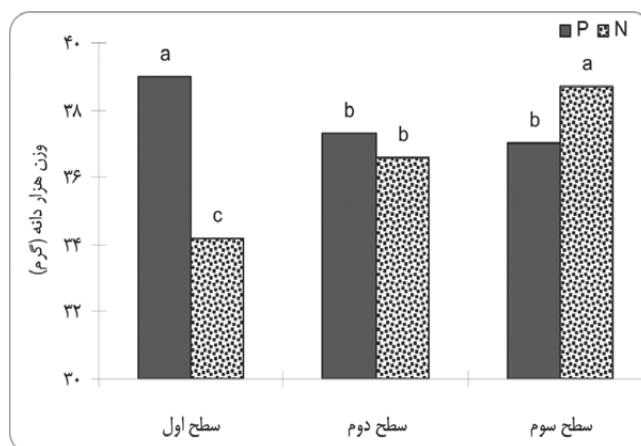
شکل ۵- برهمکنش مقادیر مختلف فسفر و نیتروژن بر تعداد سنبله جو در سال اول آزمایش (N_1 ، N_2 و N_3 به ترتیب سه سطح نیتروژن با استفاده از کود اوره به میزان ۱۵۰، ۳۰۰، ۴۵۰ کیلو گرم در هکتار و P_1 ، P_2 و P_3 به ترتیب ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ کیلو گرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل).

کاهش می یابد. وجود مقدار مناسب فسفر باعث شد که اثرات نامطلوب تنش شوری به حداقل برسد و گیاه رشد مناسبی داشته باشد که این امر نهایتاً باعث افزایش شاخص برداشت گردید.

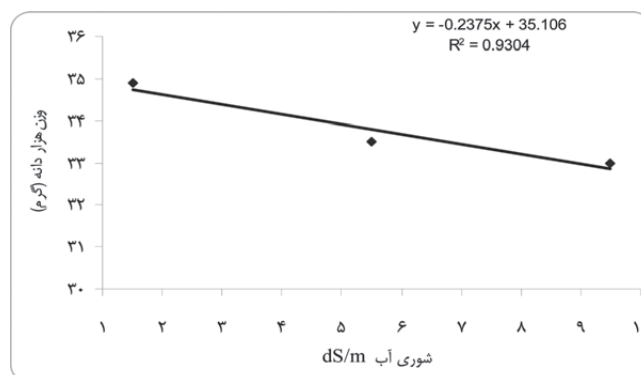
تفسیر نتایج مربوط به بر همکنش شوری × فسفر × نیتروژن در این آزمایش به دلیل غیر یکنواختی نتایج بسیار مشکل است. مثلاً در هر دو سال، بیشترین مقدار شاخص برداشت در تیمار S2P1N1 مشاهده شد. مقدار این شاخص در سال اول ۴۱ درصد و در سال دوم ۴۲ درصد بود. کمترین مقدار شاخص برداشت در سال اول (۲۵ درصد) مربوط به تیمار S2P3N3 و کمترین مقدار آن برای سال دوم (۲۸ درصد) مربوط به تیمار S3P2N3 بود. در سال دوم علاوه بر اثرات یاد شده، بر همکنش شوری × فسفر نیز معنی دار شد (شکل ۹). بیشترین مقدار شاخص برداشت (۳۸ درصد) مربوط به تیمار S1P1 و کمترین مقدار آن (۳۱ درصد) نیز مربوط به تیمار S3P2 بود. به نظر می رسد که افزایش شدت تنش شوری از طریق کاهش طول فصل رشد و مخصوصاً طول دوره رشد زایشی، باعث کاهش شاخص برداشت شده است. در سطح اول شوری (کمترین مقدار شوری) با افزایش میزان فسفر، شاخص برداشت کاهش یافت، لیکن این روند در سایر سطوح شوری مشاهده نشد. کاربرد نیتروژن تاثیر معنی داری بر شاخص برداشت نداشت، اما با افزایش مصرف نیتروژن، مقدار این شاخص کاهش یافت. این نتایج با نتایج به دست آمده در برخی پژوهش های دیگر هم خوانی دارد (Charzoulakis و Loupass، ۱۹۹۷). در شرایط کاربرد مقادیر زیاد نیتروژن، رشد رویشی گیاه در مقایسه با رشد زایشی به میزان بیشتری تحریک شده و این نکته باعث کاهش شاخص برداشت می شود (Ashraf و Aleary، ۱۹۹۶؛ Loupass و Charzoulakis، ۱۹۹۷). در این آزمایش هیچ کدام از تیمارها تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه در هکتار نداشت لیکن در هر دو سال بیشترین عملکرد مربوط به کمترین مقدار شوری بود. در سال اول با افزایش شدت شوری، عملکرد دانه جواز ۲۹۸۱ کیلوگرم در هکتار (در تیمار کمترین مقدار شوری) به ۲۹۰۵ کیلوگرم در هکتار (در تیمار بالاترین مقدار شوری) رسید. در سال دوم، افزایش شدت تنش شوری باعث شد که عملکرد دانه از ۳۴۵۳ کیلوگرم در هکتار به ۳۴۴۶ کیلوگرم در هکتار (در تیمار بالاترین مقدار شوری) برسد. به نظر می رسد شدت تنش های شوری اعمال شده (به ویژه در سال دوم) کمتر از حدی بوده که بتواند عملکرد دانه را به طور معنی دار تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین بهتر است برای تشخیص اثرات شوری، تغذیه معدنی و بر همکنش این دو عامل بر گیاهانی مثل جو که به شوری مقاوم هستند، از شدت های بالاتر شوری استفاده شود. همچنین با توجه به احتمال وقوع بارندگی های غیر منتظره که باعث کاهش شدت تنش شوری در زمان اجرای آزمایش های مزرعه ای می شود، بهتر است که برای کشتهای آزمایشی پوشش های مناسبی در نظر گرفته شود و با استفاده از این پوشش ها از نفوذ آب باران به داخل کرت های آزمایشی جلوگیری شود.

سپاس گذاری

نویسندگان لازم می دانند از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشگاه بیرجند جهت تامین هزینه های اجرای این طرح قدردانی نمایند.



شکل ۶- اثر سطوح مختلف فسفر و نیتروژن بر وزن هزار دانه جو در سال اول آزمایش



شکل ۷- رابطه بین افزایش شوری آب و وزن هزار دانه جو در سال اول آزمایش

شاخص برداشت

در سال اول، اثر تیمار فسفر و همچنین بر همکنش شوری، فسفر و نیتروژن در سطح ۵ درصد معنی دار شد. در سال دوم اثر کود فسفره در سطح ۱ درصد و بر همکنش شوری × فسفر و همچنین بر همکنش شوری، فسفر و نیتروژن در سطح ۵ درصد معنی دار شد. در سال اول بیشترین مقدار شاخص برداشت (۲۸ درصد) با مصرف کمترین مقدار کود فسفر و کمترین مقدار شاخص برداشت (۳۰ درصد) با کاربرد بیشترین مقدار فسفر به دست آمد (شکل ۸). از آن جا که شاخص برداشت حاصل تقسیم عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) به عملکرد بیولوژیکی می باشد، هر عاملی که بتواند بر صورت یا مخرج این کسر تاثیر بگذارد باعث تغییر شاخص برداشت می شود. همان گونه که در بخش نتایج مربوط به عملکرد بیولوژیک اشاره شد، مصرف فسفر در هر دو سال اجرای آزمایش تاثیر بسیار معنی داری بر عملکرد بیولوژیک جو داشت و افزایش مقدار فسفر باعث افزایش عملکرد بیولوژیک جو گردید، در صورتی که در هیچ کدام از سال های اجرای آزمایش اثر تیمار فسفر بر عملکرد دانه معنی دار نشد. بنابراین می توان گفت که چون افزایش کود فسفر تنها باعث افزایش مقدار مخرج کسر (عملکرد بیولوژیک) می شود، مقدار شاخص برداشت

۷- وزارت کشاورزی. (۱۳۷۷) مجموعه اطلاعات کشاورزی، جلد اول. انتشارات معاونت سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

8- Al-Jibury, L. K., F. M. R. Charchafchi and Al-Faky. M. J. (1986) *Salinity effect on germination and seedling development of Trifolium resupinatum seeds*. In proceeding of agricultural research, 4th scientific conference. 1: 1211-1222.

9- Al-Rawahy, S.A., Stroehlein, J.L., and Pessaraki, M. (1992) Dry matter yield and nitrogen-15, Na⁺, Cl⁻ and K⁺ content of tomatoes under sodium chloride stress. *J. Plant Nutr.* 15: 341-358.

10- Ashraf, M., and Oleary, W. (1996) Response of some newly developed salt tolerant genotypes of spring wheat to salt stress. I. Yield component and ion distribution. *J. Agron and Crop Sci.* 76: 91-101.

11- Awad, A.S., D.G. Edwards., and Campbell, L.C. (1990) Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. *Crop Sci.* 30, 123-128.

12- Champagnon, F. 1979. Relationships between phosphate nutrition of plants and salt toxicity. *Phosphorus Agri.* 76: 35-43.

13- Charzoulakis, K. S., and Loupassaki, M. H. (1997) Effects of NaCl on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agric. Water Manage.* 32: 215-225.

14- Gouis, J. L., and Pluchard, P. (1996) Genetic variation for nitrogen use efficiency in winter wheat. *Euphytica.* 92: 221-224.

15- Grattan, S.R., and Grieve, C.M. (1994) *Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments*. In: Pessaraki, M. (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress*. Marcel Dekker, New York, pp. 203-226.

16- Grattan, S.R., and Grieve, C.M. (1999) Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Sci. Hort.* 78: 127-157.

17- Jedel, P. E., and Helm, J. H. (1994) Assessment of western Canadian barleys of historical interest. II. Morphology and Phenology. *Crop Sci.* 34: 927-932.

Kafkafi, U., Siddiqi, M.Y., Ritchie, R.J., Glass, A.D.M., and Ruth, T.J. (1992) Reduction of nitrate (13NO₃) influx and nitrogen (13N) translocation by tomato and melon varieties after short exposure to calcium and potassium chloride salts. *J. Plant Nutr.* 15: 959-975.

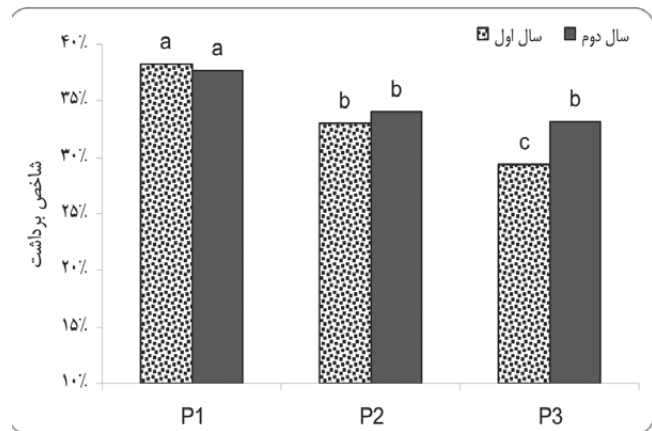
18- Lea-Cox, J.D., and Syvertsen, J.P. (1993) Salinity reduces water use and nitrate-N-use efficiency of citrus. *Ann. Bot.* 72: 47-54.

19- Marschner, H., (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London, 889 pp.

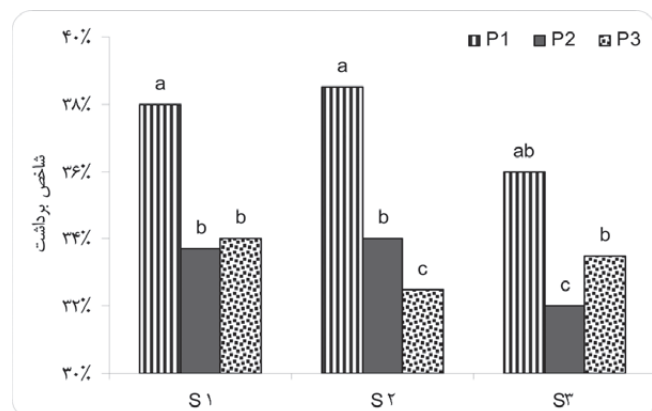
20- Perez-Alfocea, F., Estan, M.T., Cruz, A., Santa, M. and Bolari, C. (1993) Effects of salinity on nitrate, total nitrogen, soluble protein, and free amino acid levels in tomato plants. *J. Hort. Sci.* 68, 1021-1027.

21- Sharpley, A. N., Meisinger, J. J., Power, J. F., and Suarez, D.L. (1992) *Root extraction of nutrients associated with long-term soil management*. In: Stewart, B. (Ed.), *Advances in Soil Science*, vol. 19. Springer, pp. 151-217.

22- Shaviv, A., Hazan, O., Neuman, P. M., and Hagin, J. (1990) Increasing salt tolerance of wheat by mixed ammonium nitrate nutrition. *J. Plant Nutr.* 13: 1227-1239.



شکل ۸ - اثر مقادیر مختلف فسفر بر شاخص برداشت دانه جو (P₁، P₂ و P₃ به ترتیب ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفر)



شکل ۹ - برهمکنش مقادیر مختلف فسفر و شوری بر شاخص برداشت دانه در سال دوم (P₁، P₂ و P₃ به ترتیب ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و S₁، S₂ و S₃ به ترتیب سه سطح شوری ۱/۵، ۵/۵ و ۹/۵ در آب آبیاری است).

منابع مورد استفاده

- ۱- پوستینی، ک و ابوطالبیان، م. (۱۳۸۰) واکنش دو رقم گندم از نظر جذب و توزیع فسفر در برابر تنش شوری. *مجله علوم کشاورزی ایران*، جلد ۳۲، شماره ۳، ۵۹۹-۶۰۶.
- ۲- حق نیا، غ. (۱۳۷۱) راهنمای تحمل گیاهان نسبت به شوری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۳- حیدری شریف آباد، ح. (۱۳۸۰) گیاه و شوری. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع.
- ۴- داداشی، م.، مجیدی هروان، الف، سلطانی، الف و نوری نیا، ع. (۱۳۸۶) ارزیابی واکنش لاین های مختلف جو به تنش شوری. *مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی*. سال ۱۳، جلد ۱، ۱۹۱-۱۸۱.
- ۵- کافی، م.، و مهدوی دامغانی، ع. (۱۳۷۹) مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۶- ماشی، الف و گالشی، س. (۱۳۸۵) اثر شوری بر شاخص های جوانه زنی چهار ژنوتیپ جو بدون پوشینه. *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*. جلد ۱۳، شماره ۶، ۹-۱.