Archive of SID

اثر آزوسپیریلوم و شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ارقام زراعی گندم

اکبر مستأجران[*]، ریحانه عموآقائی[**] و گیتی امتیازی[*]

[*]گروه زیست شناسی دانشگاه اصفهان

[**] گروه زیست شناسی دانشگاه شهرکرد

چکیده

در این پژوهش اثر تلقیح بذرهای گندم با باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس[1] برروی میزان محصول، مقدار پروتئین و درصد رسوب پروتئین دانه سه رقم گندم زراعی (قدس، امید و روشن) تحت تیمار شوری آب آبیاری (۲، ۵ و ۸ dSm^{-1}) با استفاده از طرح آماری کاملا تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. پس از برداشت، نسبت به اندازه‌گیری میزان عملکرد دانه و مقادیر نیتروژن و پروتئین در ماده خشک دانه و درصد رسوب پروتئین در هر نمونه اقدام گردید. نتایج پژوهش حاکی از اثر معنی‌دار فاکتورهای آزوسپیریلوم و شوری بر عملکرد دانه ، مقدار پروتئین و میزان رسوب پروتئین دانه در ارقام گندم بود. افزایش شوری باعث کاهش میزان عملکرد و بر عکس سبب افزایش پروتئین و میزان رسوب پروتئین شد. در گیاهان تلقیح شده با آزوسپیریلوم کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده افزایش معنی‌داری نشان دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که آزوسپیریلوم می‌تواند با تعدیل شرایط نامناسب (شوری) در بالا بردن عملکرد دانه و میزان پروتئین ارقام گندم نقش مثبت و معنی داری را ایفا کند. در این راستا اثر متقابل تلقیح با آزوسپریلوم و رقم گندم معنی دار بود بنحوی که در تیمار شاهد رقم گندم قدس نسبت به دو رقم دیگر با مقدار ۲٤/۲٪ افزایش در عملکرد، ۳۱٪ افزایش در مقدار پروتئین دانه و ۲٤/۱٪ افزایش در رسوب پروتئین درحالت تلقیح شده با آزوسپریلوم برتری نشان داد. این در حالی است که دو رقم دیگر نیز به دلیل استفاده از آزوسپیریلوم عملکرد، مقدار پروتئین و رسوب پروتئین بیشتری داشتند. در شرایط شور نیز افزایش پروتئین و رسوب پروتئین برای رقم قدس نسبت به سایر ارقام فزونی داشت.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریلوم، دی آزوتروف‌های همیار، گندم، پروتئین دانه، شوری.

مقدمه

معمولاً گندم را دانه‌ای حاوی نشاسته می‌دانند لیکن پروتئین‌های موجود در دانه مهمترین ترکیبات بیولوژیک و متابولیک آن محسوب می‌شوند. پروتئین‌های موجود در

www.SID.ir

Archive of SID

دانه از یک طرف منبع نیتروژن و آمینواسیدهای مورد نیاز در هنگام جوانه زدن جنین بوده و از طرف دیگر فاکتور مهم در مکانیسم پخت و ارزش غذایی نان محسوب می‌شوند (۷، ۲۲ و ۲۷). مقدار گلوتن گندم که در کیفیت پخت نان مؤثر است (۲۷)، تابعی از مقدار کل نیتروژن خاک می‌باشد(۲۳) درحالی که ترکیب بیوشیمیایی گلوتن و نسبت آمینواسیدهای آن بیشتر به ژنوتیپ گندم بستگی دارد (۳ و ۲۲). استحکام گلوتن و حجم نان همبستگی نزدیکی با مقدار رسوب پروتئین دارند، لذا آزمایش رسوب پروتئین که با استفاده از محلول شیمیایی SDS[۲] انجام می‌شود به عنوان نمودی از کیفیت پروتئین مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱ ، ۲ و ۱۳).

کمیت و کیفیت پروتئین گندم همانند عملکرد آن تحت تاثیر عوامل متعددی از جمله شوری آب آبیاری و یا خاک می‌باشد. سازمان خوار و بار جهانی در نشریه شماره ۲۹ میزان کاهش عملکرد گندم در حالت تلقیح نشده را برای شوری $4/9\ dSm^{-1}$ آب آبیاری (مطابق با ۷/٤ در خاک) ۱۰٪ اعلام نموده است و در صورت افزایش شوری به $8/7\ dSm^{-1}$ آب آبیاری (مطابق با ۱۳ در خاک) میزان کاهش محصول را ۵۰٪ گزارش نموده است (۱۵).

در مورد اثر شوری بر پروتئین‌های دانه تلقیح نشده با آزوسپیریلوم گزارش‌های متفاوتی مبنی بر افزایش، کاهش و یا عدم تغییر میزان پروتئین خام ارایه شده است (٤، ۱۱ و ۲۷). کلمان و همکاران[۳] اعلام کردند که درصد پروتئین خام و میزان رسوب پروتئین دانه در شرایط شور و در مجاورت سطوح مناسب نیتروژن نقصان نخواهد یافت (۲٦). یزدانی گزارش نمود که آبیاری با تلفیق آب زهکش اثر معنی داری بر میزان پروتئینهای دانه ندارد(۱۱) در مقابل شاهسوند حسنی و همکاران گزارش کردند که شوری موجب افزایش ارزش نانوایی گندم می‌شود و مقدار پروتئین دانه، عدد زلنی (رسوب پروتئین) و قدرت جذب آب توسط خمیر را افزایش می‌دهد(٤).

نتایج حاصل از اکثر مطالعات انجام گرفته برروی رشد غلات و گراس‌ها، بخصوص گندم‌های تلقیح شده با آزوسپیریلوم حاکی از افزایش شاخص‌های رشد رویشی و زایشی می‌باشد. در چنین حالتی درصد جوانه زدن، فزونی پنجه‌ها، ازدیاد تعداد دانه‌های هر سنبله، وزن هزار دانه همراه با ازدیاد میزان نیتروژن دانه گزارش شده است (۱، ۵ و ۹). علاوه بر افزایش شاخص‌های کمی رشد به طور همزمان بهبود کیفی محصولات نیز گزارش شده است. بهاتارای و هس[٤] اظهار کردند که برخی از سویه‌های آزوسپیریلوم تا ۳۹/۵ درصد پروتئین خام دانه برخی از ارقام گندم را افزایش داده‌اند (۲۰).

باکتری آزوسپیریلوم قادر است از طریق ایجاد رابطه متقابل از نوع همیاری با خانواده گرامینه، نیتروژن مولکولی را تثبیت و در اختیار میزبان خود قرار دهد. علاوه بر این باکتری می‌تواند با تولید هورمون‌های رشد، توسعه سیستم ریشه‌ای و بهبود جذب آب و مواد معدنی موجب بهبود رشد گیاهان شود (٦، ١٦، ۱۷ و ۱۸). پاسخ گیاهان به تلقیح با آزوسپیریلوم اغلب به صورت افزایش درصد جوانه زنی، فزونی پنجه‌ها، ازدیاد تعداد دانه‌های هر سنبله و همچنین افزایش محتوای نیتروژن و پروتئین دانه گزارش شده است (۵، ۱۹، ۲۰ و ۳۵). علاوه بر بهبود کمی و کیفی عملکرد گیاه در شرایط استفاده از باکتری‌های دی‌آزوتروف همیار با گیاهان در شرایط غیر شور، جلوگیری از تشدید تنش اسمزی نیز که در اثر

1. Azospirillum brasilense
2- Sodium dodecyl sulfate
3- Kelman *et al.,* 1991
4- Bhattarais and Hess

www.SID.ir

Archive of SID

افزودن کودهای شیمیایی به زمین‌های شور اتفاق می‌افتد از جمله مزیت های استفاده از این باکتری‌ها می‌باشد (۱۲، ۲۵ و ۳۰).

مطالعات و تحقیقات متعددی در ایران پیرامون ریزوبیوم‌ها صورت گرفته است لیکن تحقیقات کمتری در زمینه تثبیت نیتروژن توسط آزوسپیریلوم بخصوص بر روی ارقام گندم مصرفی در ایران انجام گرفته است. لذا با توجه به اطلاعات کمی که پیرامون همیاری آزوسپیریلوم و ارقام گندم ایرانی از یک طرف و مشکلات ناشی از کمیت و کیفیت پروتئین درهنگام پخت نان از طرف دیگر وجود دارد، این پژوهش برنامه‌ریزی گردید. با توجه به وضعیت شوری خاک در بسیاری از مناطق کشور سعی گردید تا اثر تلقیح بذر ارقام گندم با آزوسپیریلوم برازیلنس بر روی عملکرد دانه و میزان درصد پروتئین و میزان رسوب پروتئین دانه تحت اثر تیمار شوری آب آبیاری مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

ارقام گندم قدس، امید و روشن به صورت تلقیح شده و تلقیح نشده با آزوسپیریلوم برازیلنس تحت تأثیر شوری آب آبیاری در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. برای تلقیح بذور گندم، از غلظت 10^6 cfu ml^{-1} باکتری آزوسپیریلوم سویه دولت‌آباد استفاده گردید (۵ و ۱۰).

برای جداسازی سویه دولت آباد، ریشه‌های گندم از محل دولت آباد تهیه گردید. ریشه‌ها پس شستشو به مدت ۲۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت ۵ درصد حهت استریل قرار گرفتند. از ریشه‌ها پس از شستشوی مجدد با آب مقطر در پلیت استریل عصاره گیری شد. عصاره ریشه به محیط نیمه جامد Nfb[1] در لوله آزمایش اضافه گردید. پس انکوبه کردن در ۳۲ درجه سانتیگراد به مدت ٤٨ ساعت یک لایه نازک سفیدی در زیر لایه سطحی تشکیل گردید. این باکتری هوازی است و به دلیل تثبیت ازت در شرایط میکروآئروفیلیک در زیر سطح تشکیل می‌شود. این لایه چندین بار به محیط کشت نیمه جامد Nfb منتقل و مراحل فوق تکرارگردید. در نهایت کلنی‌های تشکیل شده به محیط کشت جامد و اصلاح شده Nfb منتقل گردید. پس از چند روز انکوبه در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد کلنی‌های سفید و متراکم و منفرد در داخل پتری دیش رشد کردند. برای خالص سازی نهایی و شناسایی دقیقتر، باکتری‌ها به محیط کشت BMS منتقل گردیدند. پس از ۶ روز انکوبه و قرار گرفتن در معرض نور، ایجاد کلنی‌های صورتی رنگ همراه با مرفولوژی میله‌ایی خمیده، حرکت مارپیچی و واکنش گرم منفی و عدم تشکیل اسپور(آزمون‌های تکمیلی مورد نیاز برای تمایز از سایر گونه‌ها) دلیل بر جدا سازی آزوسپیریلوم است (۱۰، ۲۸ و ۱۹).

پس از آماده سازی باکتری، استریل و تلقیح بذور انجام گرفت. ابتدا بذرهای ارقام گندم ضد عفونی سطحی شده توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد به مدت دو ساعت در آب مقطر استریل خیسانیده شده و متعاقب آن به محلول حاوی باکتری آزوسپیریلوم برایلنس سویه دولت آباد به غلظت 10^6 cfu ml^{-1} منتقل گردید. این مجموعه به مدت یک ساعت تحت خلاء قرار گرفت تا نفوذ باکتری به شیارها و پوست بذر ارقام گندم امکان پذیر گردد (۱۰ و ۱۹). پس از ٤ ساعت بذرهای گندم تلقیح شده به باکتری جهت کشت آماده گردید.

بذرهای تلقیح شده یا تلقیح نشده با باکتری

1- Nitrogen free base

www.SID.ir

Archive of SID

آزوسپیریلوم برازیلنس در ٥٤ گلدان (٤٠ سانتیمتر قطر و ٤٥ سانتیمتر ارتفاع) که قبلاً از خاک لوم شنی پر و استریل شده بودند به تعداد ٢٠ دانه در هر گلدان کشت گردید. عمل استریل خاک‌ها با استفاده از اتوکلاو در دمای ١٢٠ درجه سانتیگراد و فشار بخار ١/٢ اتمسفر به مدت ٢٠ دقیقه انجام گرفت. پس از چندین روز تعداد گیاهان برای یکنواختی به ١٧ عدد در هر گلدان کاهش یافت. آب آبیاری با سه سطح شوری ٢، ٥ و ٨ dSm^{-1} در طول دوره رشد به عنوان تیمار شوری مورد استفاده قرار گرفت. از آب معمولی با شوری ٢ به عنوان شاهد و برای بقیه تیمارها از کلرور سدیم جهت ایجاد شوری ٥ و ٨ dSm^{-1} استفاده گردید.

فاصله بین دو آبیاری براساس مکش خاک و با کمک تنسیومتر تنظیم شد بنحوی که همواره پتانسیل ماتریک خاک در تیمار شوری ٢ بیشتر از ٠/٠٨٥- مگاپاسکال در عمق ٢٥ سانتی‌متری خاک بود. خصوصیات شیمیایی خاک مورد استفاده، قبل از کاشت و پس از برداشت محصول شامل مقادیر شوری (EC)، pH ، نسبت جذب (SAR) و همچنین مقادیر سدیم، کلسیم و منیزیم، بیکربنات، کربنات، کلر و سولفات اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

در پایان فصل زراعی (خرداد ماه) ضمن برداشت محصول، مقدار عملکرد دانه اندازه‌گیری و در آزمایشگاه نیز میزان نیتروژن در ماده خشک دانه در هر نمونه به روش کلدال اندازه‌گیری شد. درصد پروتئین خام دانه با ضرب مقدار نیتروژن در فاکتور مخصوص پروتئین برای گندم (یعنی ضریب ٥/٧) محاسبه گردید (٨، ١٣، ٢٤ و ٢٧). ضخامت رسوب پروتئین دانه نیز با استفاده از اسید لاکتیک، SDS و شیکر مخصوص زلنی اندازه‌گیری شد (٢٧). لازم به یادآوری است که میزان رسوب پروتئین که با مقدار گلوتن نسبت مستقیم دارد، اطلاعاتی را در مورد قابلیت آبگیری و مقاومت خمیر که بیانگر کیفیت غذایی و ارزش نانوایی گندم است ارایه می‌نماید (١٣).

جدول ١- نتایج تجزیه شیمیایی خاک قبل و پس از برداشت در بررسی اثر شوری و آزوسپیریلوم بر روی کمیت و کیفیت ارقام گندم.

زمان نمونه برداری	EC* آب‌آبیاری	مشخصات خاک			کاتیونها و آنیونهای خاک (meq/l)				
		EC*	SAR	PH	Na	Ca+Mg	SO_4	Cl	HCO_3+CO_3
قبل از کاشت	٢	٤/٦	١١	٧/٧	٣٣	٢٠	٣٣	١٥	٣/٧
پس از برداشت	٢	٣/٥	٨	٧/٦	٢١	١٥	٢٣	١٠	٢/٩
	٥	٧/٥	١٠	٧/٨	٤٣	٣٦	٣٤	٤١	٣/٦
	٨	١٠/٠	١٢	٧/٩	٦٦	٥٨	٤٤	٨٠	٣/٥

* هدایت الکتریکی(EC) برحسب dSm^{-1} و SAR برای نسبت جذب سدیم

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتایج

الف) بررسی وضعیت شیمیایی خاک و تعداد آزوسپیریلوم

نتایج تجزیه شیمیایی خاک قبل از کاشت و پس از برداشت در تیمارهای شوری در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل بیانگر این است که هدایت الکتریکی (EC) عصاره ۲:۱ خاک در ابتدا ٤/٦ dSm^{-1} بود و در انتهای فصل برداشت به دلیل آبیاری با سطوح شوری ۲، ۵ و ۸ مقدار آن به ترتیب به مقادیر ۳/۵، ۷ و ۱۰ dSm^{-1} رسید که افزایش برای تیمارهای ۵ و dSm^{-1} ۸ به دلیل تجمع نمک در اثر آبیاری با آب شور است. این مطلب بیانگر یک رابطه خطی(r^2 = ۰/۹۹۹) بین مقدار EC آب آبیاری و EC خاک در خاتمه آزمایش می‌باشد. با مقایسه میانگین مقادیر کربنات و بیکربنات، نسبت جذب سدیم (SAR) و pH خاک در قبل و بعد از آزمایش ملاحظه می‌شود که اختلاف قابل توجهی بین این ارقام مشاهده نمی‌شود.

با شمارش تعداد باکتری در خاک گلدان‌ها مشخص گردید که تعداد باکتری در خاک گلدان‌های تلقیح شده بین 10^6 و 10^8 cfu g^{-1} بود. نقطه شروع آلودگی برای باکتری آزوسپیریلوم 10^5 cfu g^{-1} و بهترین تعداد برای آلودگی 10^6 می‌باشد که در خاک گلدان‌های تلقیح شده تعداد باکتری در حد مطلوب وجود داشت (۵، ١٦ و ٢١) ولی در خاک مورد آزمایش قبل از استریل کردن، تعداد باکتری بسیار کمتر از 10^5 cfu g^{-1} بود.

ب) اثر آزوسپیریلوم و شوری بر عملکرد دانه در ارقام گندم

نتایج حاصل از اثر آزوسپیریلوم و شوری بر عملکرد دانه در جدول ۲ ارائه شده است . بر طبق اطلاعات این جدول تیمار شوری اثر منفی و معنی داری بر میزان عملکرد ارقام گندم دارد. در شرایط تلقیح نشده و در شوری ۲ dSm^{-1} آب آبیاری (شاهد) اختلاف معنی‌داری بین عملکرد ارقام مختلف وجود ندارد ولی با ازدیاد شوری آب آبیاری، اختلاف در میانگین عملکرد دانه در ارقام مختلف چشمگیر می‌باشد. در این راستا رقم امید با ۷۲/۹٪ کاهش نسبت به ارقام قدس و روشن (به ترتیب ٥٧/٤٪ و ٥٢/٧٪) کاهش چشمگیری داشته که نشان دهنده حساسیت بیشتر رقم امید نسبت به شوری است. میزان تحمل ارقام گندم به شوری به عوامل مختلفی بستگی دارد که عمده‌ترین آنها ژنوتیپ گیاهی و سطح پلوئیدی آنهاست (۹ و ٢٤). کلمان و همکاران (٢٦) تنوع ژنتیکی در بین ارقام زراعی گندم را دلیل تفاوت به تنش شوری اعلام نموده‌اند. تفاوت در تحمل به شوری و تاثیر آن بر کاهش عملکرد ارقام گندم حتی در شرایط رشد رویشی نیز توسط شاهسوند حسنی و همکاران (۳) عنوان گردیده است.

مقدار عملکرد دانه در ارقام تلقیح شده با آزوسپیریلوم به طور متوسط حدود ١٤/٩ درصد بیشتر از شرایط تلقیح نشده می‌باشد. این نتیجه بیانگر اثر مثبت و معنی‌دار آزوسپیریلوم بر عملکرد دانه در ارقام گندم است. بررسی اثر متقابل سویه و رقم بر میزان عملکرد دانه (جدول ۲) نشان می‌دهد که در حالت عادی (شوری ۲ و تلقیح نشده) اختلاف معنی داری در عملکرد ارقام وجود ندارد ولی با تلقیح با آزوسپیریلوم اختلاف عملکرد ارقام چشمگیر و متفاوت است. به طور مثال در شوری ۲ dSm^{-1} (شاهد) رقم قدس با افزایش عملکرد ٢٤/٢٪ بیشترین و رقم امید با۸/۳٪ افزایش، کمترین تاثیر پذیری را از باکتری داشته‌اند. برتری عملکرد رقم قدس در

www.SID.ir

Archive of SID

تلقیح با آزوسپیریلوم را می‌توان به سازگاری بیشتر سویه دولت آباد با این رقم نسبت داد که این سازگاری شاید تحت تأثیر رابطه متقابل ژنوتیپ سویه و رقم می‌باشد. بهاتارای و هس (۲۰) نیز اعلام کرده‌اند که هر نوع سویه با رقم خاصی از گندم سازگاری بیشتری را نشان می‌دهد و تعبیر سویه و رقم هم‌ولگ را برای بیان این حالت به کار برده‌اند.

جدول ۲- میانگین عملکرد دانه ارقام گندم ($g\ plant^{-1}$) تحت تأثیر تلقیح بذر با آزوسپیریلیوم و شوری آب آبیاری

آزوسپیریلوم	ارقام گندم	سطوح شوری آب آبیاری dSm^{-1}			درصد کاهش
		۲ (شاهد)	۵	۸	شوری ۲ به ۸
تلقیح نشده	روشن	۳/۱۹^{d}	۲/۸۵^{f}	۱/۱۵^{k}	۵۲/۷
	قدس	۳/۲۱^{d}	۲/٤۱^{g}	۱/۳۷^{j}	۵۷/٤
	امید	۳/۲۰^{d}	۱/۸۹^{h}	۰/۸۷^{l}	۷۲/۹
	میانگین	**۳/۲۰**	**۲/۳۸**	**۱/۲۵**	**٦۰/۹**
تلقیح شده	روشن	۳/۳٦^{c}	۳/۱۵^{d}	۱/۷۳^{i}	۵۲/۳
	قدس	۳/۸۹^{a}	۳/۰٤^{e}	۱/٦٦^{i}	۵۸/٤
	امید	۳/٤٦^{b}	۲/۰۱^{h}	۰/۹۱^{l}	۷۳/۸
	میانگین	۳/٦۹	۲/۷۳	۱/٤۳	٦۱/۲
میانگین کل		۳/٤۵	٦ ۲/۵	۱/۳٤	٦۰/۱

مقایسه میانگین‌ها طبق آزمون دانکن برای عملکرد ارقام در سطوح شوری و تلقیح با آزوسپیریلوم برای ارقام مختلف گندم انجام گرفته است. حروف مختلف روی مقادیر میانگین بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

افزایش شوری در شرایط تلقیح بذور نیز مشابه با حالت تلقیح نشده سبب کاهش محصول گردید به طوری که با افزایش شوری از ۲ به dSm^{-1} ۸ میزان محصول بیش از ٦۰ درصد کاهش داشت ولی تلقیح با آزوسپیریلوم میزان محصول را به طور متوسط حدود ۱۵٪ افزایش داد. رائو و وارلا (۳٤) معتقدند که سویه‌های مقاوم به شوری با استفاده از محافظ‌های اسمزی مناسب نظیر پرولین و گلیسین بتائین مقاومت خود را نسبت به شرایط شور افزایش می‌دهند. تری پتی و همکاران (۳۶) معتقدند که آزوسپیریلوم سویه Sp7 توانایی بیشتری به سنتز گلسین بتائین نسبت به سویه cd دارد. در هر صورت این سویه‌ها در شرایط شور با تجمع مواد تنظیم کننده اسمتیک احتمالا در ایجاد شرایط مناسب برای میزان در تحمل به شوری کمک می‌کنند

نتایج تحقیقات محققین دیگر نیز نشان می‌دهد که در اثر تلقیح با آزوسپیریلوم مقاومت گیاهان نسبت به خشکی و شوری افزایش می‌یابد. ساریج و همکاران (۳۵) گزارش کرده‌اند که گیاهان سورگم تلقیح شده با

www.SID.ir

Archive of SID

آزوسپیریلوم ، تنش خشکی را بهتر تحمل نموده و در شرایط کمبود رطوبت ، پتانسیل آب برگ و هدایت روزنه‌ای بالاتری دارند . گزارش رایی (۳۳) نشان می‌دهد که مجاورت گیاه ارزن با آزوسپیریلوم در خاک‌های شور قلیایی موجب می‌شود تا بیوماس تولیدی و محتوای نیتروژن گیاهان تلقیح شده در مقایسه با نمونه های شاهد افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا کند. الورز و همکاران (۱٤) نیز اعلام کرده‌اند که تلقیح با آزوسپیریلوم موجب بهبود

جدول ۳- میانگین درصد پروتئین و میزان رسوب پروتئین دانه ارقام گندم تحت تأثیر تلقیح با آزوسپیریلوم و شوری آب آبیاری

ارقام	سطوح شوری dSm^{-1}	پروتئین خام (٪)			رسوب پروتئین (mm)		
		تلقیح نشده	تلقیح شده	افزایش (٪)	تلقیح نشده	تلقیح شده	افزایش (٪)
روشن	۲	۱۰/۹^{fg}	۱۲/٦^{e}	۱۵/۵۹	٦۷/۵^{g}	۷٤/۸^{def}	۱۰/۸۱
	۵	۱۲/۸^{de}	۱۳/۹^{bc}	۸/۵۹	۷۷/۵^{de}	۸۲/۷^{bc}	٦/۸۰
	۸	۱۳/۷^{bc}	۱٤/۳^{ab}	٤/۳۷	۸۰/۲^{cd}	۸۳/۸^{bc}	٤/٤۸
	میانگین	۱۲/٤٦	۱۳/٦	۹/۱٤	۷۵/۰٦	۸۰/٤۳	۷/۱۵
قدس	۲	۱۰/۰^{gh}	۱۳/۱^{cd}	۳۱/۰	٦۰/۲^{h}	۷۵/۲^{ef}	۲٤/۹۱
	۵	۱۲/٤^{e}	۱٤/۵^{ab}	۱٦/۹۳	۷۱/۵^{fg}	۸۹/۷^{a}	۲۵/٤۵
	۸	۱۳/۵^{c}	۱۵/۱^{a}	۱۱/۸۵	۷۵/۱^{ef}	۸۵/۳^{ab}	۱۳/۵۸
	میانگین	۱۱/۹٦	۱٤/۲۳	۱۸/۹۷	٦۸/۹۳	۸۳/٤	۲۰/۹۹
امید	۲	۹/۵^{h}	۱۰/٤^{fgh}	۹/٤۷	٤۷/٤^{k}	۵۲/۲^{m}	۱۰/۱۲
	۵	۱۰/۰^{gh}	۱۰/۸^{fg}	۸/۰	۵۰/۲^{mk}	۵۳/۰^{m}	۵/۵۷
	۸	۱۰/۵^{fg}	۱۱/۰^{f}	٤/۷٦	۵٤/٦^{m}	۵۵/۸^{m}	۲/۱۹
	میانگین	۱۰/۰	۱۰/۷۳	۷/۳	۵۰/۷۳	۵۳/٦٦	۵/۷۷

مقایسه میانگین‌ها طبق آزمون دانکن در سطح ۵٪ و به صورت مستقل برای پروتئین و میزان رسوب پروتئین به صورت ستونی انجام گرفته است

رشد و استقرار بهتر گیاهچه‌های گندم رشد یافته تحت شرایط تنش اسمزی می‌شود و گیاهان تلقیح شده در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده محتوای آب اپوپلاستی بالاتری دارند که این امر احتمالا به دلیل توسعه ریشه و جذب بهینه آب در ریشه‌های گیاهان تلقیح شده در شرایط تنش اسمزی بوده است.

رابطه متقابل بین سویه و رقم نیز در تعدیل شدت شوری در سیستم همیاری آزوسپیریلوم-گیاه بسیار مهم است. مقایسه عملکرد دانه ارقام در سطح شوری dSm^{-1} ۸ در حالت تلقیح شده نسبت به تلقیح نشده (جدول ۲) نشان می‌دهد که افزایش عملکرد برای رقم قدس تلقیح شده، حدود ۲۱/۱ درصد ولی برای ارقام روشن و امید به ترتیب معادل ۱٤/۵و ٤/۵ درصد بوده است. این

www.SID.ir

Archive of SID

امر بیانگر آن است کـه برقـراری یـک سیـستم همیـاری متجانس و موفق بین گیاه و سـویه بـاکتری مـی‌توانـد در شرایط شور نیز به جریان رشد و نمو گیاه کمک نمایـد و در ازدیاد عملکرد دانه مؤثر باشد.

اثر متقابل بین رقم، شوری و تلقیح به نحـوی اسـت که بیشترین درصد افزایش عملکرد دانه در حالت تلقـیح شده در گندم روشن در شـوری ۸ ، در گنـدم قـدس در شوری ۵ و ۲ تقریبا به طـور معـادل و در گنـدم امیـد در شوری dSm^{-1} ۲ ملاحظه شد (جدول ۲). این تغییرات اثر

جدول ٤ – تجزیه واریانس (مقادیرF) اثر تیمارهای مختلف بر روی عملکرد دانه، میزان رسوب و مقدار پروتئین دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	میزان پروتئین	رسوب پروتئین
سویه	۱	۳۵۸۸/۷**	۲۷۸٤/۳**	۱۳۷۱/٤**
رقم	۲	۳۱٤۱/۷**	۲۹۷۸/۳**	۱۹۵۳/۷**
سویه × رقم	۲	۳۵۷/۳**	۳٤٦/۲**	۱۵٤/۲**
شوری	۲	۲۵۲۱۷/۹**	۱٤٤٦/۱**	۹۱۹/٤**
سویه × شوری	۲	٤۳/٦**	۷/۹**	۹۱۹/٤*
رقم × شوری	٤	۵۲۷/۷**	۱۲۰/٤**	۳۳/۵*
سویه × رقم × شوری	٤	۱٦/۸**	۷/٦**	۲/۵ns
تذکر: **، * و ns به ترتیب سطح معنی دار ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی دار				

متقابل شوری و آزوسپیریلوم را نشان می‌دهد که از لحاظ آماری نیز در سطح ۰/۰۱ معنی دار می‌باشد (جدول ٤).

وجود اثر متقابل معنی دار بین سویه، رقم و شـوری آب آبیاری حاکی از الزام در دقت عمل در استفاده از این باکتری بـرای منـاطق مختلفـی اسـت کـه دارای شـوری متفاوت آب و خاک هستند و از ارقام مختلف نیـز بـرای کشت استفاده می‌کنند.

ج) اثر آزوسپیریلوم و شوری بر درصد پروتئین خـام و میزان رسوب پروتئین

نتـایج حاصـل از اثـر آزوسـپیریلوم و شـوری آب آبیاری بر مقدار پروتئین خـام و میـزان رسـوب پـروتئین ارقام گندم در جدول (۳) ارائه شده است. بر طبق نتـایج به دست آمده در حالت تلقیح نشده، افزایش شـوری آب آبیاری از ۲ به dSm^{-1} ۸ موجب افزایش درصد پـروتئین و میزان رسوب آن در ارقـام مختلـف شـده اسـت. ولـی افزایش مقدار پروتئین برای رقم قدس بیشترین مقـدار (۳۵ درصد) و در ارقام روشن و امید کمتـر و بـه ترتیـب برابر با ۲۵/۷ و ۱۰/۵ در صـد محاسـبه گردیـد. افـزایش مقدار رسوب پروتئین نیز در شـرایط فـوق الـذکر رونـد مشابهی را داشته بنحوی کـه بـرای رقـم قـدس ۲٤/۷٪ (بیشترین) و برای ارقام روشن و امید بـه ترتیـب ۱۸/۸ و ۱۵/۱٪ افزایش محاسبه شد.

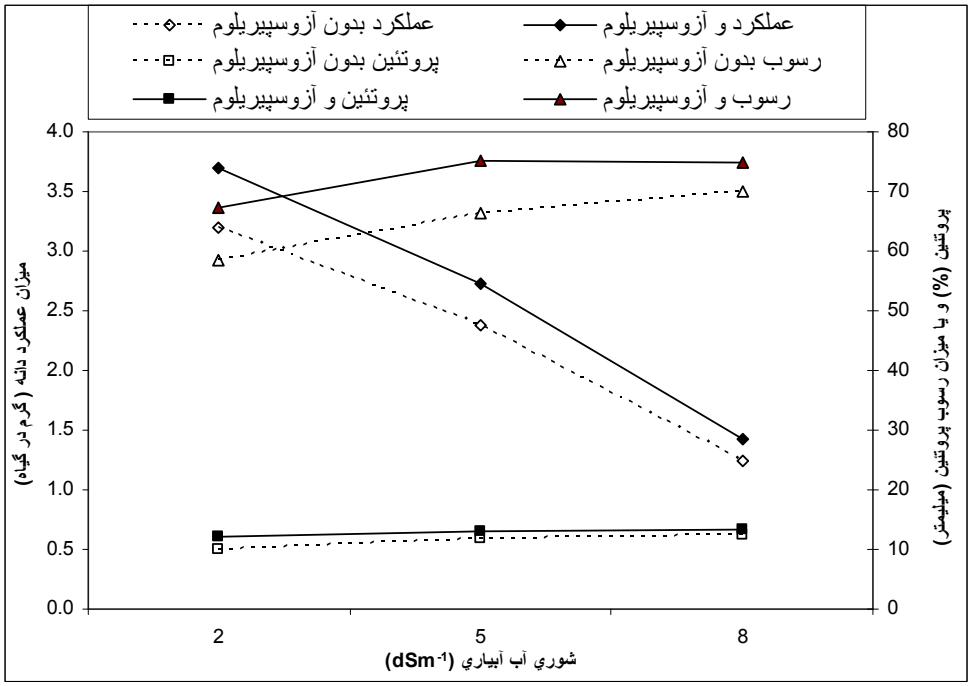
در مورد اثر شوری بـر میـزان پـروتئین دانـه گنـدم گزارشات متناقضی وجـود دارد بـه طـور مثـال کلمـان و همکاران (۲٦) اعلام داشته‌اند که درصد پـروتئین خـام و میزان رسوب پروتئین دانه در شرایط شورکاهش نمی‌یابد. یزدانی (۱۱) گزارش نمود که آبیاری با تلفیق آب زهکش

www.SID.ir

Archive of SID

اثر معنی‌داری را بر میزان پروتئین‌های دانه گندم نداشته است. بر عکس شاهسوند حسنی و همکاران (٤) گزارش کردند که شوری آب موجب افزایش ارزش نانوایی گندم در اثر افزایش مقدار پروتئین دانه، عدد زلنی (رسوب پروتئین) و قدرت جذب آب توسط خمیر می‌شود.

نکته قابل ذکر آن است که با ازدیاد شوری آب آبیاری میزان عملکرد دانه ارقام گندم کاهش یافته است اما مقدار پروتئین و میزان رسوب پروتئین دانه افزایش یافته است. یعنی بین عملکرد و میزان پروتئین دانه یک



شکل ۱- رابطه بین مقدار محصول گندم، مقدار پروتئین(٪) و میزان رسوب پروتئین(میلیمتر) دانه گندم تحت تاثیر سطوح شوری آب آبیاری در شرایط تلقیح (خطوط متصل) و بدون تلقیح با آزوسپیریلوم (خطوط منقطع)

همبستگی منفی (شکل ۱) وجود دارد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که شوری خاک و یا آب آبیاری سبب می‌شود تا شاخص‌های کمی رشد نظیر عملکرد دانه کاهش یابد اما در مقابل با تاثیر بر کیفیت و کمیت پروتئین دانه موجب افزایش مقدار پروتئین و رسوب پروتئین شود. این امر موجب می‌گردد تا قابلیت طبخ و ارزش غذائی دانه گندم بهبود یابد.

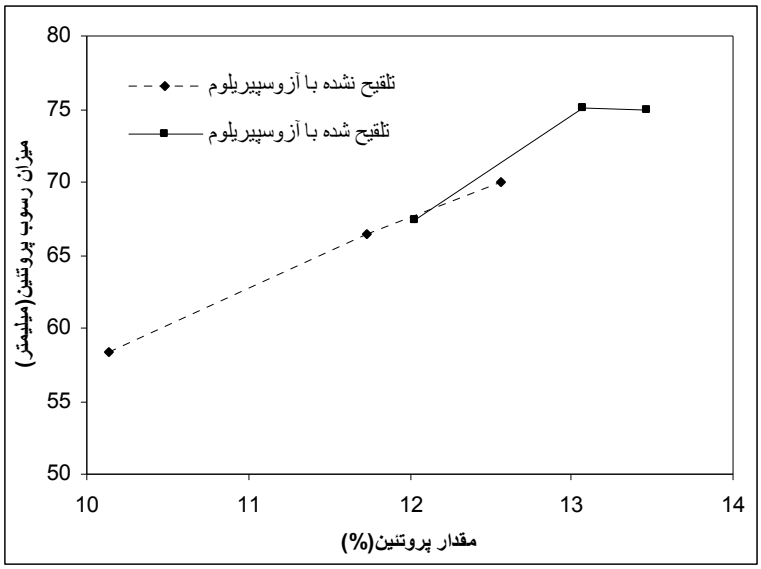
نتایج حاصل از اثر تلقیح با باکتری نشان داد که تلقیح بذور با آزوسپیریلوم اثر مثبت و معنی داری بر میزان پروتئین خام و رسوب پروتئین گندم داشت (جدول ۳)، بنحوی که میزان پروتئین به طور متوسط ۱۲٪ و مقدار رسوب پروتئین نیز ۱۱/۷ میلیمتر افزایش یافت. ازدیاد درصد پروتئین خام در گندم قدس با ۱۸/۹٪ افزایش بیش از دو رقم دیگر و رقم امید با کمترین مقدار یعنی ۷/۳٪ اندازه گیری شد. اثر متقابل سویه، رقم و شوری بر میزان رسوب پروتئین از لحاظ آماری معنی دار نیست و لی اثر هر یک از فاکتورها نظیر رقم و سویه و شوری روی میزان رسوب پروتئین در سطح ۱٪ معنی

www.SID.ir

Archive of SID

دار می‌باشد. در مقابل اثر متقابل سویه، رقم و شوری روی مقدار پروتئین دانه در سطح ۱٪ معنی دار است (جدول ٤).

بین مقدار پروتئین دانه و میزان رسوب پروتئین همبستگی مثبت و معنی داری (r^2 = ۰/۹۹) بر قرار است (شکل ۲). این مطلب بیانگراین است که با افزایش مقدار پروتئین دانه می‌توان انتظار افزایش رسوب پروتئین دانه را داشت. این شرایط را می‌توان با وجود و یا عدم وجود آزوسپیریلوم بین مقدار پروتئین و میزان رسوب پروتئین شاهد بود. اثر آزوسپیریلوم در این آزمایش عبارت از افزایش مقادیر پروتئین و میزان رسوب پروتئین با حفظ همبستگی بین این دو می‌باشد هر چند در شرایط



شکل ۲- رابطه بین مقدار پروتئین و میزان رسوب پروتئین در دانه گندم تحت شرایط تلقیح و عدم تلقیح بذور با آزوسپیریلوم (اعداد حاصل، میانگین تیمارهای شوری و ارقام می‌باشند)

عدم استفاده از آزوسپیریلوم رابطه خطی با ضریب همبستگی کمی بالاتر (r^2 =۰/۹۹) در مقایسه با حالت تلقیح با آزوسپیریلوم را که حالت غیر خطی بود شاهد بودیم.

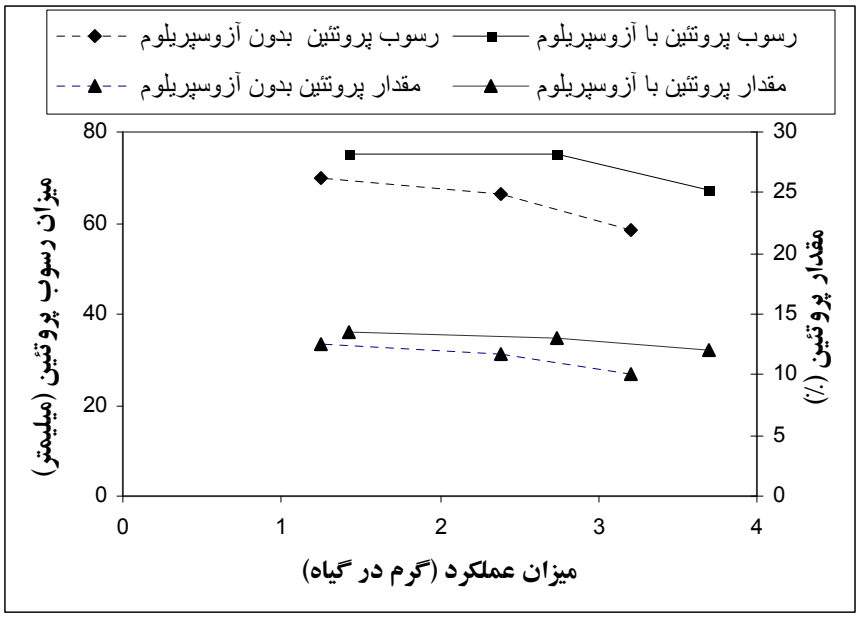
افزایش محتوای نیتروژن ساقه، نیتروژن کل گیاه، درصد نیتروژن دانه و یا پروتئین خام دانه در اثر تلقیح با آزوسپیریلوم توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (٤، ۱۱، ۱۵، ۱٦، ۱۸ و ۲۷). بهاتاری و هس (۲۰) اظهار کردند که برخی از سویه‌های آزوسپیریلوم مقدار پروتئین خام دانه را تا ۳۹/۵٪ در برخی از ارقام گندم افزایش داده‌اند. ونیجر و همکاران (۳۸) اعلام کردند که تلقیح با باکتری مذکور در سطح نیتروژن کم در خاک، اثر مثبت و قابل توجهی بر درصد نیتروژن دانه‌های گندم در شرایط آزمایشی داشته است. نه فقط آزوسپیریلوم بر مقادیر نیتروژن دانه تاثیر داشته بلکه گیاهان تلقیح شده با باکتری مذکور دارای گلوتامین کمتر ولی گلوتامات بیشتری نسبت به گیاهان تغذیه شده با کود ازته بودند (۲۷ و ۳۲). سوبیدت و بارنیکس (۳٦) اعلام کردند که سویه‌های مختلف آزوسپیریلوم در ارقام همولگ تاثیر به سزائی در تحریک رشد و تامین نیتروژن دانه ارقام گندم دارند. لذا با توجه به یافته های دیگران و نتایج این پژوهش می‌توان اعلام نمود که آزوسپیریلوم می‌تواند

www.SID.ir

Archive of SID

کمیت و کیفیت پروتئین را در گیاه میزبان تحت تأثیر قرار دهد که نتیجه این اثر گذاری بهبود کیفیت دانه گندم و در نتیجه پخت نان می‌باشد.

اطلاعات جدول ۳ همچنین بیانگرآن است که سیستم همیاری گندم وآزوسپیریلوم نه فقط در شرایط معمولی سبب تامین نیتروژن اضافی و بهبود کیفیت وکمیت پروتئین های دانه شده است، بلکه برای بهبود این شاخص‌ها در محیط های شور نیز مفید و حتی در برخی از ارقام سبب تعدیل اثر شوری شده است . نکته جالب همسویی اثر سویه و شوری در افزایش میزان پروتئین و رسوب پروتئین می‌باشد. مقایسه نتایج تیمار تلقیح نشده و شوری ۲ با حالت تلقیح شده و شوری



شکل ۳- رابطه بین مقدار محصول گندم، درصد پروتئین و رسوب پروتئین در شرایط تلقیح شده و تلقیح نشده بذور گندم با آزوسپیریلوم

dSm^{-1} ۸ (جدول ۳) نشان می‌دهد که هر دو فاکتورسبب افزایش شاخص‌های پروتئین دانه شده‌اند. میزان تاثیر بر رقم قدس قابل ملاحظه است بنحوی که ۵۱ درصد افزایش مقدار پروتئین و ٤١/٧ درصد افزایش رسوب پروتئین را سبب شده اند. حتی در رقم امید که کمترین تاثیر پذیری از این دو فاکتور دیده می‌شود توانسته‌اند ۱۵/۸ درصد مقدار پروتئین و ۱۷/۷ درصد رسوب پروتئین را افزایش دهند.

در زمان برداشت محصول گندم، افزایش میزان محصول به عنوان بهبود کمی و افزایش میزان پروتئین و نوع پروتئین به عنوان بهبود کیفی گندم مطرح می‌باشد. به طور کلی تمایل بر این است که با افزایش مقدار عملکرد دانه (بهبود کمی)، کیفیت محصول یعنی میزان رسوب پروتئین و مقدار پروتئین (بهبود کیفی) نیز بهبود یابد. این اتفاق در شرایط استفاده از آزوسپیریلوم حاصل می‌شود. در شرایط استفاده از آزوسپیریلوم نه فقط میزان پروتئین و رسوب پروتئین افزایش یافته بلکه رابطه منفی بین عملکرد (کمی و کیفی) نیز تعدیل یافته است (شکل۳). با توجه به این که میزان رسوب پروتئین و مقدار کل پروتئین دانه می‌تواند اطلاعاتی را در مورد قابلیت آبگیری و مقاومت خمیر که بیانگر کیفیت غذایی و ارزش نانوایی گندم است ارائه نماید (۱، ۱۳ و ۲۷)

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین شوری و تلقیح بذور ارقام گندم بـا آزوسـپیریلوم در هنگام کشت می‌توانند نقش مثبتی را در بهبـود ارزش نانوایی گندم ایفا نمایند. این توصیه توسط سایر محققین نیز برای بذور گندم در زمان کاشت صورت گرفته اسـت بنحوی که در بـسیاری از مـوارد از کودهـای بیولوژیـک حاوی آزوسپیریلوم استفاده می‌شود (۳۰ و ۳۱).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش بیانگر ایـن اسـت کـه اسـتفاده از باکتری آزوسپیریلوم بـرازیلنس بـرای تلقـیح بـذر ارقـام گندم امری مفید است و سـبب افـزایش عملکـرد دانـه و همزمان سبب افزایش پروتئین و میزان رسـوب پـروتئین دانه می‌شود. این امر سبب می‌شود تا کیفیـت نـان بهبـود یافته و در فرآیند پخت نان مرغوب نیز تسهیلاتی فـراهم گردد. انتخاب ارقام گندم مقاوم به شوری (نظیر روشن و قدس) و استفاده از دی ازوتروف‌های مقاوم بـه شـوری (مانند سویه دولت آباد) از مواردی است که در مدیریت کشاورزی در اراضی شور بایستی مورد توجه واقع شود. نتایج این پژوهش نشان داد که ارقامی که پتانـسیل تولیـد پروتئین و عملکرد بالاتری دارند در شـرایط شـوری بـالا نیز از نظر عملکرد و کیفیت و کمیت پروتئین دانـه برتـر هستند و ارقام حساس (مثل امید) در این شـرایط بیـشتر آسیب می‌بینند، لذا باید به عملیات اصلاح نژاد ژنتیکـی و غربالگری ارقام مقاوم توجـه بیـشتری نمـود. اسـتفاده از سیستم همیاری گندم – آزوسـپیریلوم بـا تـامین نیتـروژن اضـافی بـرای گیـاه در ارتقـای عملکـرد و وضـعیت پروتئین‌های دانه حتی در شرایط نامناسب نیز نقش مـؤثر و مفیدی دارد اما میزان این تـاثیر بـه کـنش متقابـل رقـم زراعی و سویه بـاکتری بـستگی پیـدا مـی‌کنـد. ایـن امـر ضرورت تحقیق برای یافتن سویه‌هـای همولـوگ بـا هـر رقم زراعی و نیز سازگار بـا شـرایط اقلـیم و خـاک هـر منطقه را قبل از اقدام عملـی بـرای اسـتفاده بهتـر از ایـن باکتری در اراضی شور کشور نشان می‌دهد.

منابع

۱- پوستینی، کاظم. واکـنش‌هـای فیزیولـوژیکی دو رقـم گندم نسبت به تنش شوری. مجلـه علـوم کـشاورزی. جلد ۲٦، شمارهٔ۲، صفحهٔ ٦٥ – ٥۷، ۱۳۷٤ .

۲- رجب زاده ، ن . تکنولوژی غلات. جلد ۱. انتـشارات پژوهشکده غلات، ۱۳۷٥.

۳- شاهسوند حسنی، حسین. سیروس عبدمیشانی. بهمـن یزدی صـمدی، ارزیـابی خـصوصیات اگرونـومیکی و مرفولوژیکی ارقام گندم ایرانی از نظر تحمل به شوری. مجله علوم کشاورزی. جلد ۲٦، شـماره ٤، صـفحه ۹۷ – ۸۷ ، ۱۳۷٤.

٤- شاهسوند حسنی، حسین. سیروس عبدمیشانی، بهمـن یزدی صمدی، بررسی خواص کیفی، ارزش نـانوایی و مواد معدنی ارقام گندم ایرانی از نظر تحمل به شـوری. مجله علوم کشاورزی. جلد ۲٦، شـماره ۳، صـفحه ٥۲ – ٤۳، ۱۳۷٤.

٥- عموآقائی ریحانه، اکبر مستاجران و گیتی امتیازی. اثـر سویه و غلظت باکتری آزوسپیریلوم روی رشد و نمـو ریشه ارقام گنـدم. مجلـه علـوم کـشاورزی، جلـد ۳۳ شماره ۲ . صفحه ۲۲۲-۲۱۳ ، ۱۳۸۱.

www.SID.ir

Archive of SID

٦- عموآقائی ریحانه، اکبر مستاجران و گیتی امتیازی. تاثیر باکتری آزوسپیریلوم بر برخی از شاخصهای رشد و عملکرد سه رقم گندم. مجله کشاورزی و منابع طبیعی. تابستان ۸۲ شماره ۲. صفحه ۱۲۷-۱۳۹، ۱۳۸۲.

۷- گزارش آذرماه شورای آرد و نان. گندم و نقش کم و کیف آن در تأمین نان. انتشارات معاونت دارویی و بهداشت مواد غذایی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ۱۳۷۳.

۸- گزارش گردهمایی سالیانه برنامه‌ریزی تحقیقاتی غلات کشور. شهریور خواص کیفی و ارزش نانوایی گندم‌های کلیه نقاط ایران. انتشار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال، ١٣٧٤.

۹- مجیدی هروان، اسلام و مریم شهبازی روش بررسی و تعیین تحمل ارقام گندم به شوری. مجله علوم کشاورزی. جلد ۲، شماره ۱، صفحه ۸-۱، ۱۳۷۳.

۱۰- مستاجران اکبر، گیتی امتیازی و ریحانه عموآقائی. جدا سازی و شناسائی و ارزیابی مقاومترین سویه آزوسپیریلوم به شوری و pH. مجله زیست شناسی. جلد ۹ شماره ٤-۱ . صفحه ٦٥-٥٤، ۱۳۷۹.

۱۱- یزدانی، هوشنگ. اثر تعداد آبیاری با آب شور زهکش بر عملکرد گندم و خواص خاک. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، ۱۳۷۳.

12- Abrol. Ip, J. S. P. Yadav and F. I. Massoud. Salt-affected soils and their management. FAO, Rome. (1988).

13- AACC International – American Association of Cereal Chemists, Inc. Publication no. C-1999-0108-04R.

14- M.I, Alvarez, R.J. Sueldo and C.A. BarassiEffect of *Azospirillum* on coleoptile growth in wheat seedlings under water stress.*Cereal. Res. Commun*. 24: 101-107 . (1996).

15- R. S. Ayers. and D. W. Westeat. Water quality for agriculture. Irrigation and drainage paper: No-29. Rev. 1. FAO. Rome. (1985).

16- Y. Bashan. Interactions of *Azospirillum* spp. in soils: a review. *Can J. Microb*. 38: 419-425. (1999).

17- Y. Bashan. and G. Holguin. *Azospirillum* -Plant relationships: *Biol. Fertil. Soils*. (1999) 29: 246-256. (1997).

18- Y. Bashan. and H. Levanony. Current status of *Azospirillum* inoculation technology: Azospirillum as a challenge for agriculture. *Can. J. Microb*. 36: 591-608. (1990).

19- Y., Bashan, K. Harrison and R. E. Witimoyer. Enhanced growth of wheat and soybean plants inoculated with *Azospirillum* brasilense is not necessarity due to general enhancement of mineral uptake. *App. Environ. Microb*. 56: 769-775. (1990).

20- T. Bhattarai, and D. Hess. Yeild responses of nepalese spring wheat (*Triticum aestivum*) cultivars to inculation with *Azospirillum* spp of nepalese origin. *Plant and Soil*. 151: 67-76. (1993).

21- K., De Coninck S., Horemans S. Randombage and K. Vlassak Occurrence and survival of *Azospirillum* spp. In temperature regions. *Plant Soil*. 110:213-218. (1988).

22- J. E., Dexter. K. R. Preston., D. G. Martin. and E. J. Gander. The effect of protein content and starch damage on the physical drough properties and bread making quality of Canadian durum wheat. J. *Cereal Sci*. 20: 139-152. (1994).

www.SID.ir

Archive of SID

23- R. A., Graybosch, C. J. Peterson, P. S. Baenziger. & D. R. Shetton. Environmental modification of hard red winter flour protein composition. *J. Cereal Sci.* 22: 45-52. (1995).

24- B. Jacobay, Mechanisms involved in self tolerance of plants. In: Pessaraki, M.(ed): *Handbook of Plant and Crop Stress.* PP:97-123. Marcel Dekker, NewYork. (1999).

25- P.K., Jena T.K. Adhya, and Rao V. Rajaramamohan. Nitrogen fixation in *Azospirillum* species isolated from saline paddy soils. *Microbios.* 54:220-221. (1988).

26- W. M. Kelman, and C. O. Qualset. Breeding for salinity stressed environments: Recombinant Inbred wheat line under saline irrigation. *Crop Sci.* 31: 1223-1228. (1991).

27- B. S., Khatkar, A. E. Bell and J. D. Schofield. The dynamic rheological properties gluten and gluten sub fractions from wheat of good and poor bread making quality. *J. Cereal Sci*. 22: 29-44. (1995).

28- N. R. Krieg, and J. Hell. *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Williams and Wilking. PP:94-104. (1994).

29- F., Navari- Izzo, M.F. Quartacci. and R. Izzo. Water stress induced changes in protein and free amino acids in field- grown maize and sunflower. *Physiol. Plant Biochem*. 28:531-537. (1990).

30- Y. Okan and C.A. Labandera-Gonzalez. Agronomic applications of *Azospirillum:* an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biol. Biochem*. 26: 1591-1601. (1994).

31- Y. Okon and R. Itzigsohn. The development of Azospirillum as a commercial inoculant for improving crop yields. *Biotech. advances*, 13: 415-424. (1995).

32- R. S. Pacovsky, Influence of inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Glomus fasciculatum* on sorghum nutrition. PP: 235-239. In: Skinner. F.A. (Eds). *Nitrogen Fixation with non-legumes*. Kluwer Academic Publishers. (1989).

33- R.St. Rai, Rain-Specific salt tolerance and chemotaxis of *Azospirillum brasilense* and their associative N-fixation with finger millet in saline calcareows soil. *Plant and Soil* . 137:55-59. (1991).

34- A. V. Rao, and B. V. Kates Warla. Salt tolerance of *Azospirillum brasilense*. *Acta Microb*. Hung. 32: 221-224. (1985).

35- S., Sarige. A. Blum. and Y.Okon. Improvement of the water status and yeild of field – grown grain sorghum (*S. bicolor*) by inoculation with *A. brasilense*. *J. Agri. Sci.*110:271-277. (1988).

36- N.I. Saubidet. and A.J. Barneix. Growth stimulation and nitrogen supply to wheat plants inoculated with *A. brasilense* . *J. Plant Nutri*. 21: 2565-2577. (1998).

37- A.K., Tripathi Mishra B.M. and Tripathi P. Salinity stress responses in the plant growth promoting rhizobacteria, *Azospirillum* spp. *J. Biosci*. 23(4): 463-71. (1998).

38- C. C. Weniger. and J. A. V. Veen. NH_4^+ - Exereting *Azospirillum brasilense* mutant enhance the nitrogen supply of wheat host. *Appl. Environ*. 57: 3006-3012.(1991).

www.SID.ir