

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

اکبر مستأجران*، ریحانه عمواقائی** و گیتی امتیازی*

*گروه زیست شناسی دانشگاه اصفهان

**گروه زیست شناسی دانشگاه شهرکرد

چکیده

در این پژوهش اثر تلقیح بذره‌های گندم با باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس^۱ بر روی 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 کاملاً 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 معنی‌داری را ایفا کند. در این راستا اثر متقابل تلقیح با آزوسپیریلوم و رقم گندم معنی‌دار بود بنحوی که در تیمار شاهد رقم گندم قدس نسبت به دو رقم دیگر با مقدار ۲/۲۴٪ افزایش در عملکرد، ۳۱٪ افزایش در مقدار پروتئین دانه و ۱/۲۴٪ افزایش در رسوب پروتئین در حالت تلقیح شده با آزوسپیریلوم 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.

پروتئین‌های موجود در دانه مهمترین ترکیبات بیولوژیک

مقدمه

و متابولیک آن محسوب می‌شوند. پروتئین‌های موجود در

معمولاً گندم را دانه‌ای حاوی نشاسته می‌دانند لیکن

ندارد (۱۱) در مقابل شاهشوند حسنی و همکاران گزارش کردند که شوری موجب افزایش ارزش نانوائی گندم می‌شود و مقدار پروتئین دانه، عدد زلنی (رسوب پروتئین) و قدرت جذب آب توسط خمیر را افزایش می‌دهد (۴).

نتایج حاصل از اکثر مطالعات انجام گرفته بر روی 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^۴ 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 (۶، ۱۶، 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

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 $4/9 \text{ dSm}^{-1}$ آب آبیاری (مطابق با $7/4$ در خاک) ۱۰٪ اعلام نموده است و در صورت افزایش شوری به $8/7 \text{ dSm}^{-1}$ 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 (۴، 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 (۲۶). یزدانی گزارش نمود که آبیاری با تلفیق آب زهکش اثر معنی داری بر میزان پروتئین‌های دانه

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

اثر آزوسپیریلوم و شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ...

ریشه به محیط نیمه جامد Nfb¹ در لوله آزمایش اضافه گردید. پس انکوبه کردن در ۳۲ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت یک لایه نازک سفیدی در زیر لایه سطحی تشکیل گردید. این باکتری هوازی است و به دلیل تثبیت ازت در شرایط میکروآتروفیلیک در زیر سطح تشکیل می‌شود. این لایه چندین بار به محیط کشت نیمه جامد Nfb منتقل و مراحل فوق تکرار گردید. 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 میله‌ای خمیده، حرکت ماریچی 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 بذره‌های 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 ۴ ساعت بذره‌های گندم تلقیح شده به باکتری جهت کشت آماده گردید. بذره‌های تلقیح شده یا تلقیح نشده با باکتری

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 دولت آباد 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 جهت استریل قرار گرفتند. از ریشه‌ها پس از شستشوی مجدد با آب مقطر در پلیت استریل عصاره گیری شد. عصاره

1- Nitrogen free base

آزوسپیریلوم برازیلنس در ۵۴ گلدان (۴۰ سانتیمتر قطر و ۴۵ سانتیمتر ارتفاع) که قبلاً از خاک لوم شنی پر و استریل شده بودند به تعداد ۲۰ دانه در هر گلدان کشت

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی خاک قبل و پس از برداشت در بررسی اثر شوری و آزوسپیریلوم بر روی کمیت و کیفیت ارقام گندم.

کاتیونها و آنیونهای خاک (meq/l)					مشخصات خاک			EC* آب آبیاری ی	زمان نمونه برداری
HCO ₃ +CO ₃	Cl	SO ₄	Ca+Mg	Na	PH	SAR	EC*		
۳/۷	۱۵	۳۳	۲۰	۳۳	۷/۷	۱۱	۴/۶	۲	قبل از کاشت
۲/۹	۱۰	۲۳	۱۵	۲۱	۷/۶	۸	۳/۵	۲	پس از برداشت
۳/۶	۴۱	۳۴	۳۶	۴۳	۷/۸	۱۰	۷/۵	۵	
۳/۵	۸۰	۴۴	۵۸	۶۶	۷/۹	۱۲	۱۰/۰	۸	

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

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 ۵/۷) محاسبه گردید (۸، ۱۳، ۲۴ و ۲۷). ضخامت رسوب پروتئین دانه نیز با استفاده از اسید لاکتیک، SDS و شیکر مخصوص زلنی اندازه‌گیری شد (۲۷). 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 نانوازی گندم است ارائه می‌نماید (۱۳).

گردید. عمل استریل خاک‌ها با استفاده از اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد و فشار بخار ۱/۲ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه انجام گرفت. پس از چندین روز تعداد گیاهان برای یکنواختی به ۱۷ عدد در هر گلدان کاهش یافت. آب آبیاری با سه سطح شوری ۲، ۵ و ۸ dSm^{-1} در طول دوره رشد به عنوان تیمار شوری مورد استفاده قرار گرفت. از آب معمولی با شوری ۲ به عنوان شاهد و برای بقیه تیمارها از کلرور سدیم جهت ایجاد شوری ۵ و ۸ 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 ۲ بیشتر از ۰/۰۸۵- مگاپاسکال در عمق ۲۵ 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

اثر آزوسپیریولوم و شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ...

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 2 dSm^{-1} آب آبیاری (شاهد) اختلاف معنی داری 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 $72/9\%$ کاهش نسبت به ارقام قدس و روشن (به ترتیب $57/4\%$ و $52/7\%$) 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 ۲۴). کلمان و همکاران (۲۶) 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 آزوسپیریولوم به طور متوسط حدود $14/9$ درصد بیشتر از شرایط تلقیح نشده می‌باشد. این نتیجه بیانگر اثر مثبت و معنی دار آزوسپیریولوم 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 آزوسپیریولوم اختلاف عملکرد ارقام چشمگیر و متفاوت است. به طور مثال در شوری 2 dSm^{-1} (شاهد) رقم قدس با افزایش عملکرد $24/2\%$ بیشترین و رقم امید با $8/3\%$ افزایش، کمترین تاثیر پذیری را از باکتری داشته‌اند. برتری عملکرد رقم قدس در

بحث و نتایج

الف) بررسی وضعیت شیمیایی خاک و تعداد آزوسپیریولوم

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 $4/6 \text{ dSm}^{-1}$ بود و در انتهای فصل برداشت به دلیل آبیاری با سطوح شوری ۲، ۵ و ۸ مقدار آن به ترتیب به مقادیر $3/5$ ، 7 و 10 dSm^{-1} رسید که افزایش برای تیمارهای ۵ و 8 dSm^{-1} به دلیل تجمع نمک در اثر آبیاری با آب شور است. این مطلب بیانگر یک رابطه خطی ($r^2 = 0/999$) 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 آزوسپیریولوم 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، ۱۶ و ۲۱) ولی در خاک مورد آزمایش قبل از استریل کردن، تعداد باکتری بسیار کمتر از 10^5 cfu g^{-1} بود.

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

نتایج حاصل از اثر آزوسپیریولوم و شوری بر عملکرد

با رقم خاصی از گندم سازگاری بیشتری را نشان می‌دهد و تعبیر سویه و رقم همولگ را برای بیان این حالت به کار برده‌اند.

تلقیح با آروسپیریوم 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

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

درصد کاهش شوری ۲ به ۸	سطوح شوری آب آبیاری dSm^{-1}			ارقام گندم	آروسپیریوم
	۸	۵	۲ (شاهد)		
۵۲/۷	۱/۱۵ ^k	۲/۸۵ ^f	۳/۱۹ ^d	روشن	تلقیح نشده
۵۷/۴	۱/۳۷ ^j	۲/۴۱ ^g	۳/۲۱ ^d	قدس	
۷۲/۹	۰/۸۷ ^l	۱/۸۹ ^h	۳/۲۰ ^d	امید	
۶۰/۹	۱/۲۵	۲/۳۸	۳/۲۰	میانگین	
۵۲/۳	۱/۷۳ ⁱ	۳/۱۵ ^d	۳/۳۶ ^c	روشن	تلقیح شده
۵۸/۴	۱/۶۶ ⁱ	۳/۰۴ ^e	۳/۸۹ ^a	قدس	
۷۳/۸	۰/۹۱ ^l	۲/۰۱ ^h	۳/۴۶ ^b	امید	
۶۱/۲	۱/۴۳	۲/۷۳	۳/۶۹	میانگین	
۶۰/۱	۱/۳۴	۲/۵ ۶	۳/۴۵	میانگین کل	

مقایسه میانگین‌ها طبق آزمون دانکن برای عملکرد ارقام در سطوح شوری و تلقیح با آروسپیریوم برای ارقام مختلف گندم انجام گرفته است. حروف مختلف روی مقادیر میانگین بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۰.۰۵٪ می‌باشد.

معتقدند که آروسپیریوم سویه Sp7 توانایی بیشتری به سنتز گلیسین بتائین نسبت به سویه cd دارد. در هر صورت این سویه‌ها در شرایط شور با تجمع مواد تنظیم کننده اسمتیک احتمالاً در ایجاد شرایط مناسب برای میزان در تحمل به شوری کمک می‌کنند

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

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 ۶۰ درصد کاهش داشت ولی تلقیح با آروسپیریوم میزان محصول را به طور متوسط حدود ۱۵٪ افزایش داد. راثو و وارلا (۳۴) 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)

اثر آزوسپیریوم و شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ...

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 (۱۴) نیز اعلام کرده‌اند که تلقیح با آزوسپیریوم موجب بهبود

آزوسپیریوم، تنش خشکی را بهتر تحمل نموده و در شرایط کمبود رطوبت، پتانسیل آب برگ و هدایت روزنه‌ای بالاتری دارند. گزارش رای (۳۳) نشان می‌دهد که مجاورت گیاه ارزن با آزوسپیریوم در خاک‌های شور

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

ارقام	سطح شوری dSm ⁻¹	پروتئین خام (%)			رسوب پروتئین (mm)	
		تلقیح نشده	تلقیح شده	افزایش (%)	تلقیح نشده	تلقیح شده (%)
روشن	۲	۱۰/۹ ^{fg}	۱۲/۶ ^e	۱۵/۵۹	۶۷/۵ ^g	۷۴/۸ ^{def}
	۵	۱۲/۸ ^{de}	۱۳/۹ ^{bc}	۸/۵۹	۷۷/۵ ^{de}	۸۲/۷ ^{bc}
	۸	۱۳/۷ ^{bc}	۱۴/۳ ^{ab}	۴/۳۷	۸۰/۲ ^{cd}	۸۳/۸ ^{bc}
	میانگین	۱۲/۴۶	۱۳/۶	۹/۱۴	۷۵/۰۶	۸۰/۴۳
قدس	۲	۱۰/۰ ^{gh}	۱۳/۱ ^{cd}	۳۱/۰	۶۰/۲ ^h	۷۵/۲ ^{ef}
	۵	۱۲/۴ ^e	۱۴/۵ ^{ab}	۱۶/۹۳	۷۱/۵ ^{fg}	۸۹/۷ ^a
	۸	۱۳/۵ ^c	۱۵/۱ ^a	۱۱/۸۵	۷۵/۱ ^{ef}	۸۵/۳ ^{ab}
	میانگین	۱۱/۹۶	۱۴/۲۳	۱۸/۹۷	۶۸/۹۳	۸۳/۴
امید	۲	۹/۵ ^h	۱۰/۴ ^{fgh}	۹/۴۷	۴۷/۴ ^k	۵۲/۲ ^m
	۵	۱۰/۰ ^{gh}	۱۰/۸ ^{fg}	۸/۰	۵۰/۲ ^{mk}	۵۳/۰ ^m
	۸	۱۰/۵ ^{fg}	۱۱/۰ ^f	۴/۷۶	۵۴/۶ ^m	۵۵/۸ ^m
	میانگین	۱۰/۰	۱۰/۷۳	۷/۳	۵۰/۷۳	۵۳/۶۶

مقایسه میانگین‌ها طبق آزمون دانکن در سطح ۰.۵٪ و به صورت مستقل برای پروتئین و میزان رسوب پروتئین به صورت ستونی انجام گرفته است

رابطه متقابل بین سوبه و رقم نیز در تعدیل شدت شوری در سیستم همیاری آزوسپیریوم-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 ۱۴/۵ و ۴/۵ درصد بوده است. این

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 احتمالاً به دلیل توسعه ریشه و جذب بهینه آب در ریشه‌های گیاهان تلقیح شده در شرایط تنش اسمزی بوده است.

امر بیانگر آن است که برقراری یک سیستم همیاری متجانس و موفق بین گیاه و سویه باکتری می‌تواند در شرایط شور نیز به جریان رشد و نمو گیاه کمک نماید و در ازدیاد عملکرد دانه مؤثر باشد.

اثر متقابل بین رقم، شوری و تلقیح به نحوی است

جدول ۴ - تجزیه واریانس (مقادیر F) 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**	۲۷۸۴/۳**	۱۳۷۱/۴**
رقم	۲	۳۱۴۱/۷**	۲۹۷۸/۳**	۱۹۵۳/۷**
سویه × رقم	۲	۳۵۷/۳**	۳۴۶/۲**	۱۵۴/۲**
شوری	۲	۲۵۲۱۷/۹**	۱۴۴۶/۱**	۹۱۹/۴**
سویه × شوری	۲	۴۳/۶**	۷/۹**	۹۱۹/۴*
رقم × شوری	۴	۵۲۷/۷**	۱۲۰/۴**	۳۳/۵*
سویه × رقم × شوری	۴	۱۶/۸**	۷/۶**	۲/۵ ^{ns}

تذکر: **، * و ns به ترتیب سطح معنی دار ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

آبیاری از ۲ به 8 dSm^{-1} موجب افزایش درصد پروتئین و میزان رسوب آن در ارقام مختلف شده است. ولی افزایش مقدار پروتئین برای رقم قدس بیشترین مقدار (۳۵ درصد) و در ارقام روشن و امید کمتر و به ترتیب برابر با ۲۵/۷ و ۱۰/۵ در صد محاسبه گردید. افزایش مقدار رسوب پروتئین نیز در شرایط فوق الذکر روند مشابهی را داشته بنحوی که برای رقم قدس ۲۴/۷٪ (بیشترین) و برای ارقام روشن و امید به ترتیب ۱۸/۸ و ۱۵/۱٪ افزایش محاسبه شد.

در مورد اثر شوری بر میزان پروتئین دانه گندم گزارشات متناقضی وجود دارد به طور مثال کلمان و همکاران (۲۶) اعلام داشته‌اند که درصد پروتئین خام و میزان رسوب پروتئین دانه در شرایط شور کاهش نمی‌یابد. یزدانی (۱۱) گزارش نمود که آبیاری با تلفیق آب زهکش

متقابل شوری و آزوسپیریوم را نشان می‌دهد که از لحاظ آماری نیز در سطح ۰/۰۱ معنی دار می‌باشد (جدول ۴). وجود اثر متقابل معنی دار بین سویه، رقم و شوری آب آبیاری حاکی از الزام در دقت عمل در استفاده از این باکتری برای مناطق مختلفی است که دارای شوری متفاوت آب و خاک هستند و از ارقام مختلف نیز برای کشت استفاده می‌کنند.

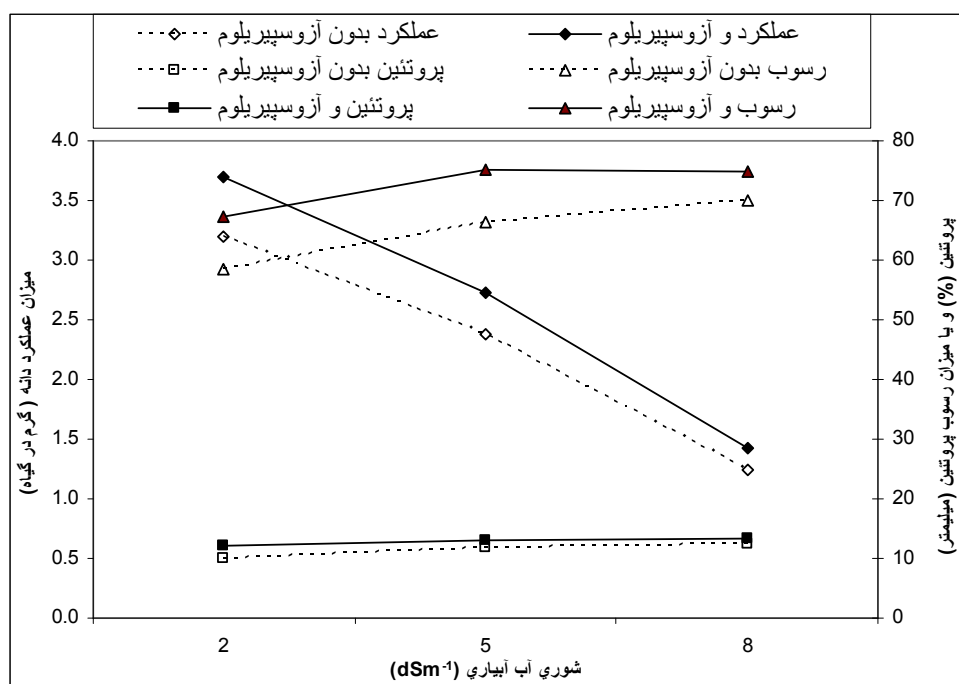
ج) اثر آزوسپیریوم و شوری بر درصد پروتئین خام و میزان رسوب پروتئین

نتایج حاصل از اثر آزوسپیریوم و شوری آب آبیاری بر مقدار پروتئین خام و میزان رسوب پروتئین ارقام گندم در جدول (۳) ارائه شده است. بر طبق نتایج به دست آمده در حالت تلقیح نشده، افزایش شوری آب

اثر آزوسپیریوم و شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ...

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

اثر معنی داری را بر میزان پروتئین های دانه گندم نداشته است. بر عکس شاهسوند حسنی و همکاران (۴) گزارش کردند که شوری آب موجب افزایش ارزش ناوایی گندم در اثر افزایش مقدار پروتئین دانه، عدد زنی (رسوب پروتئین) و قدرت جذب آب توسط خمیر می شود.



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 آزوسپیریوم (خطوط منقطع)

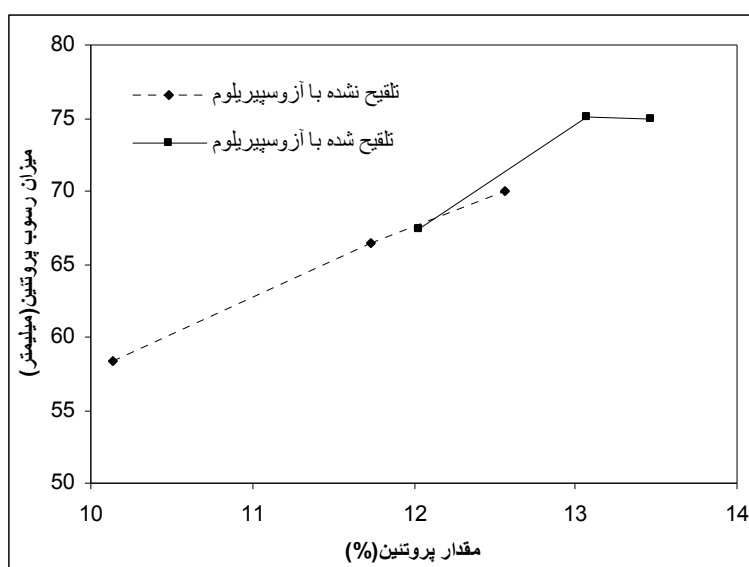
میزان پروتئین خام و رسوب پروتئین گندم داشت (جدول ۳)، بنحوی که میزان پروتئین به طور متوسط ۱۲٪ و مقدار رسوب پروتئین نیز ۱۱/۷ میلیمتر افزایش یافت. ازدیاد درصد پروتئین خام در گندم قدس با ۱۸/۹٪ افزایش بیش از دو رقم دیگر و رقم امید با کمترین مقدار یعنی ۳/۷٪ اندازه گیری شد. اثر متقابل سویه، رقم و شوری بر میزان 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

همبستگی منفی (شکل ۱) وجود دارد. لذا می توان نتیجه گرفت که شوری خاک و یا آب آبیاری سبب می شود تا شاخص های 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 می گردد تا قابلیت طبخ و ارزش غذایی دانه گندم بهبود یابد. نتایج حاصل از اثر تلقیح با باکتری نشان داد که تلقیح بذور با آزوسپیریوم اثر مثبت و معنی داری بر

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

دار می‌باشد. در مقابل اثر متقابل سویه، رقم و شوری روی مقدار پروتئین دانه در سطح ۱٪ معنی دار است (جدول ۴).

بین مقدار پروتئین دانه و میزان رسوب پروتئین همبستگی مثبت و معنی داری ($r^2 = 0/99$) برقرار است (شکل ۲). این مطلب بیانگر این است که با افزایش



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)

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). سویدیت و بارنیکس (۳۶) اعلام کردند که سویه‌های مختلف آزوسپیریلوم در ارقام همولگ تاثیر به سزایی در تحریک رشد و تامین نیتروژن دانه ارقام گندم دارند. لذا با توجه به یافته‌های دیگران و نتایج این پژوهش می‌توان اعلام نمود که آزوسپیریلوم می‌تواند

عدم استفاده از آزوسپیریلوم رابطه خطی با ضریب همبستگی کمی بالاتر ($r^2 = 0/99$) در مقایسه با حالت تلقیح با آزوسپیریلوم را که حالت غیر خطی بود شاهد بودیم.

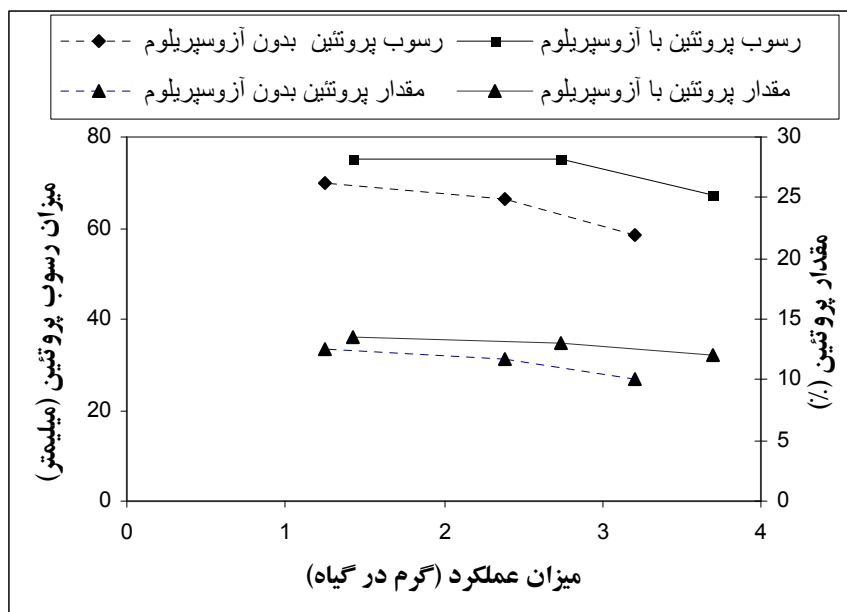
افزایش محتوای نیتروژن ساقه، نیتروژن کل گیاه، درصد نیتروژن دانه و یا پروتئین خام دانه در اثر تلقیح با آزوسپیریلوم توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (۴، ۱۱، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۷). بهاتاری و هس (۲۰) اظهار کردند که برخی از سویه‌های آزوسپیریلوم مقدار پروتئین خام دانه را تا ۳۹/۵٪ در برخی از ارقام گندم افزایش داده‌اند. ونیجر و همکاران (۳۸) اعلام کردند که تلقیح با

اثر آزوسپیریوم و شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه و میزان پروتئین ...

و کمیت 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 سوویه و شوری در افزایش میزان پروتئین و رسوب پروتئین می باشد. مقایسه نتایج تیمار تلقیح نشده و شوری ۲ با حالت تلقیح شده و شوری

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 می باشد.

اطلاعات جدول ۳ همچنین بیانگر آن است که سیستم همیاری گندم و آزوسپیریوم نه فقط در شرایط معمولی سبب تامین نیتروژن اضافی و بهبود کیفیت



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

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 آزوسپیریوم حاصل می شود. در شرایط استفاده از آزوسپیریوم نه فقط میزان پروتئین و رسوب پروتئین افزایش یافته بلکه رابطه منفی بین عملکرد (کمی و کیفی) نیز تعدیل یافته است (شکل ۳). با توجه به این که میزان رسوب پروتئین و مقدار کل پروتئین دانه می تواند اطلاعاتی را در مورد قابلیت آبدگیری و مقاومت خمیر که بیانگر کیفیت غذایی و ارزش نانوائی گندم است ارائه نماید (۱، ۱۳ و ۲۷)

8 dSm^{-1} (جدول ۳) نشان می دهد که هر دو فاکتور سبب افزایش شاخص های پروتئین دانه شده اند. میزان تأثیر بر رقم قدس قابل ملاحظه است بنحوی که ۵۱ درصد افزایش مقدار پروتئین و ۴۱/۷ درصد افزایش رسوب پروتئین را سبب شده اند. حتی در رقم امید که کمترین تأثیر پذیری از این دو فاکتور دیده می شود توانسته اند 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 می باشد. به

بنابراین شوری و تلقیح بذور ارقام گندم با آزوسپیریوم در هنگام کشت می‌توانند نقش مثبتی را در بهبود ارزش نانوایی گندم ایفا نمایند. این توصیه توسط سایر محققین نیز برای بذور گندم در زمان کاشت صورت گرفته است بنحوی که در بسیاری از موارد از کودهای بیولوژیک حاوی آزوسپیریوم استفاده می‌شود (۳۰ و ۳۱).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش بیانگر این است که استفاده از باکتری آزوسپیریوم برازیلنس برای تلقیح بذر ارقام گندم امری مفید است و سبب افزایش عملکرد دانه و همزمان سبب افزایش پروتئین و میزان رسوب پروتئین دانه می‌شود. این امر سبب می‌شود تا کیفیت نان بهبود یافته و در فرآیند پخت نان مرغوب نیز تسهیلاتی فراهم گردد. انتخاب ارقام گندم مقاوم به شوری (نظیر روشن و قدس) و استفاده از دی‌ازوتروف‌های مقاوم به شوری (مانند سویه دولت آباد) از مواردی است که در مدیریت

منابع

- ۱- پوستینی، کاظم. واکنش‌های فیزیولوژیکی دو رقم گندم نسبت به تنش شوری. مجله علوم کشاورزی. جلد ۲۶، شماره ۲، صفحه ۶۵ - ۵۷، ۱۳۷۴.
- ۲- رجب زاده، ن. تکنولوژی غلات. جلد ۱. انتشارات پژوهشکده غلات، ۱۳۷۵.
- ۳- شاهسوند حسنی، حسین. سیروس عبدمیشانی. بهمن یزدی صمدی، ارزیابی خصوصیات آگرونومیکی و مرفولوژیکی ارقام گندم ایرانی از نظر تحمل به شوری. مجله علوم کشاورزی. جلد ۲۶، شماره ۴، صفحه ۹۷ - ۸۷، ۱۳۷۴.

کشاورزی در اراضی شور بایستی مورد توجه واقع شود. نتایج این پژوهش نشان داد که ارقامی که پتانسیل تولید پروتئین و عملکرد بالاتری دارند در شرایط شوری بالا نیز از نظر عملکرد و کیفیت و کمیت پروتئین دانه برتر هستند و ارقام حساس (مثل امید) در این شرایط بیشتر آسیب می‌بینند، لذا باید به عملیات اصلاح نژاد ژنتیکی و غربالگری ارقام مقاوم توجه بیشتری نمود. استفاده از سیستم همیاری گندم - آزوسپیریوم با تامین نیتروژن اضافی برای گیاه در ارتقای عملکرد و وضعیت پروتئین‌های دانه حتی در شرایط نامناسب نیز نقش مؤثر و مفیدی دارد اما میزان این تاثیر به کنش متقابل رقم زراعی و سویه باکتری بستگی پیدا می‌کند. این امر ضرورت تحقیق برای یافتن سویه‌های همولوگ با هر رقم زراعی و نیز سازگار با شرایط اقلیم و خاک هر منطقه را قبل از اقدام عملی برای استفاده بهتر از این باکتری در اراضی شور کشور نشان می‌دهد.

- ۴- شاهسوند حسنی، حسین. سیروس عبدمیشانی، بهمن یزدی صمدی، بررسی خواص کیفی، ارزش نانوایی و مواد معدنی ارقام گندم ایرانی از نظر تحمل به شوری. مجله علوم کشاورزی. جلد ۲۶، شماره ۳، صفحه ۵۲ - ۴۳، ۱۳۷۴.
- ۵- عمواقائی ریحانه، اکبر مستاجران و گیتی امتیازی. اثر سویه و غلظت باکتری آزوسپیریوم روی رشد و نمو ریشه ارقام گندم. مجله علوم کشاورزی، جلد ۳۳ شماره ۲. صفحه ۲۲۲-۲۱۳، ۱۳۸۱.

- 14-M.I, Alvarez, R.J. Sueldo and C.A. Barassi Effect 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 necessarily due to general enhancement of mineral uptake. *App. Environ. Microb.* 56: 769-775. (1990).
- 20-T. Bhattarai, and D. Hess. Yield 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. Rando mbage 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).
- ۶- عمواقائی ریحانه، اکبر مستاجران و گیتی امتیازی. تاثیر باکتری آزوسپیریولوم 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 برنامه ریزی تحقیقاتی غلات کشور. شهرپور خواص کیفی و ارزش ناوایی گندم های کلیه نقاط ایران. انتشار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال، ۱۳۷۴.
- ۹- مجیدی هروان، اسلام و مریم شهپازی 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 عمواقائی. جدا سازی و شناسائی و ارزیابی مقاومترین سویه آزوسپیریولوم به شوری و pH. مجله زیست شناسی. جلد ۹ شماره ۴-۱. صفحه ۶۵-۵۴، 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.

- 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 calcareous 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 yield 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^+ - Excreting *Azospirillum brasilense* mutant enhance the nitrogen supply of wheat host. *Appl. Environ.* 57: 3006-3012.(1991).
- 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).