



بررسی کیفیت پساب کارخانه پتروشیمی بجنورد و اثرات آن بر صفات کیفی و کمی گندم

شیماسروری^{۱*}، محمد معزاردلان^۲، اصغر خشنودیزدی^۳، ملیحه اختری^۴
*Shima.sorori@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر پساب کارخانه پتروشیمی بجنورد بر صفات کیفی و کمی گندم در سال زراعی ۱۳۸۷، آزمایشی به صورت گلدانی و در قالب طرح کاملا تصادفی در ۵ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده جهت آبیاری شامل T1: پساب رقیق نشده، T2: ۷۵٪ پساب و ۲۵٪ آب معمولی، T3: ۵۰٪ پساب و ۵۰٪ آب معمولی، T4: ۲۵٪ پساب و ۷۵٪ آب معمولی، T5: آب معمولی (شاهد) بود. نتایج بدست آمده نشان داد که استفاده از پساب در آبیاری تاثیر معنی داری بر مقدار ازت دانه، پروتئین دانه و عملکرد دانه داشت به طوری که با افزایش نسبت پساب از تیمار ۵ تا ۱ مقدار ازت دانه، پروتئین دانه و عملکرد دانه افزایش یافت. هر چند وزن هزار دانه، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع ساقه در پایان رشد رویشی افزایش یافتند اما این اختلاف از نظر آماری معنی دار نبود. نتایج بیانگر این بود که پساب را می توان به عنوان یک منبع آب برای آبیاری در نظر گرفت. همچنین آبیاری با پساب اثر زیان آوری روی گندم ندارد.

کلمات کلیدی: پساب- کارخانه پتروشیمی- صفات کمی- صفات کیفی- گندم .

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی کرج

۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی تهران

۳- هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی بجنورد



سالها انسان تصور می کرد که فاضلاب در اجتماعات فقط باید جمع آوری و به صورت خام و یا تصفیه شده به محیط دفع گردد. بعدها مشخص شد که فاضلاب عامل بسیار با ارزشی است و میتواند با مصرف مجدد نه تنها از آلودگی های محیط بکاهد، بلکه به عنوان منبع جدید از آب، قسمتی از نیازهای آبی انسان را برطرف نماید. بدین ترتیب در حالیکه فاضلاب اگر در محیط تخلیه شود باعث محدودتر شدن منابع آب به علت آلودگی خواهد شد، مصرف مجدد آن باعث توسعه منابع آب می گردد (۳). استفاده از فاضلاب در آبیاری از سابقه طولانی در کشورهای مختلف برخوردار است. مشخص شده که کاربرد فاضلاب به عنوان آب کشاورزی مربوط به ۵۰۰۰ سال پیش است. کاوشهای باستانی نشان داده که کاخها و سرباز خانه ها در ایران قدیم مجهز به سیستم دفع فاضلاب به خارج از شهرها برای استفاده آنها در کشاورزی بوده است (۳). کاربرد فاضلاب از دو جنبه زراعی و زیست محیطی حائز اهمیت است. اولاً مواد آلی را برای خاک مهیا می کند و ثانیاً سبب چرخه عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک می شود (۱۳). کمبود آب، دفع پساب، نیاز به تولید بیشتر فرآورده های کشاورزی و صرفه جویی در مصرف کودهای سنتزی از جمله دلایل استفاده از پساب می باشد (۱). با توجه به کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران، در راستای اجرای تدابیری در جهت توسعه و بهره برداری از منابع آبی جدید بخصوص در بخش کشاورزی استفاده از پساب می تواند به عنوان منابع آب مورد توجه قرار گیرد. با این کار نه تنها بخشی از کمبود آب کشاورزی جبران می شود بلکه از اثرات سوء تخلیه بی رویه پسابها و خسارات وارده آن به منابع کشاورزی و محیط زیست نیز جلوگیری می شود (۵). استفاده از پساب باعث جلوگیری از تخلیه فاضلاب ها به محیط زیست می شود و با کاهش استفاده از کودهای آلی و شیمیایی مانع از بروز اثرات تخریبی این مواد بر محیط زیست می گردد. همچنین استفاده از پساب علاوه بر تقویت منابع آب زیرزمینی، موجب جلوگیری از افت سطح آب زیرزمینی شده، مانع بروز پیامدهای ناگواری همچون نشست زمین، کاهش تولید آب، خشک شدن چاه ها و قنات ها و شور شدن آب در اثر هجوم آب های شور به داخل سفره های آب شیرین می شود. استفاده از پساب در امر آبیاری به عنوان منبعی سرشار از منابع کودی مورد نیاز گیاه از سابقه طولانی در کشورهای مختلف برخوردار است (۱۴). اگرچه ترکیب فاضلاب با توجه به فصل، مقدار بارندگی، فرهنگ مصرف، سطح صنعت و مواردی از این قبیل تغییر می کند، ولی همواره مقادیر نسبتاً زیادی از عناصر غذایی پر مصرف (نیتروژن، فسفر، پتاسیم) و کم مصرف (آهن، روی، مس و منگنز) در آن وجود دارد (۶). در خصوص گونه های زراعی گارزان (۱۳۷۶)، عرفانی آگاه (۱۳۷۸) و یاریان کوپایی (۱۳۷۹) نشان دادند که استفاده از پساب سبب افزایش محصول و تولید بیوماس گیاهان می شود. ایشان نیز وجود فسفر، ازت و عناصر کم مصرف و پرمصرف در پساب را علت این امر بیان نمود (۷، ۹). دی و تاکر (۱۹۵۹) گزارش کردند که برداشت سبزی (علوفه ای) گندم و جوی دو سر در کشتزارهای آبیاری شده با پساب در سنجدش با کشتزارهای آب چاه به ترتیب ۲۶۳ و ۲۴۹٪ بیشتر بوده است (۱۹). حجم آبهای نامتعارف از جمله پساب شهری و صنعتی در ایران طی آمار سال ۱۳۷۵، ۳۳۶ میلیارد متر مکعب در سال بود. مقدار این پساب در سال ۱۳۸۰ به رقم ۴۵۰ میلیارد متر مکعب در سال رسیده و پیش بینی می شود که حجم پساب در سال ۱۳۹۰ به ۷ میلیارد متر مکعب در سال برسد. بنابراین ضرورت دارد وضعیت این پسابها در قالب تحقیقات دراز مدت در جهان و از جمله ایران مورد بررسی جدید قرار گیرد.

هدف از اجرای این تحقیق بررسی تأثیر کاربرد پساب صنعتی بر رشد و عملکرد گندم و غلظت برخی عناصر غذایی در دانه گندم و تعیین مطلوبیت کاربرد پساب صنعتی در آبیاری گندم می باشد.



مواد و روشها

به منظور بررسی اثر پساب کارخانه پتروشیمی بجنورد بر صفات کیفی و کمی گندم در سال زراعی ۱۳۸۷، آزمایشی به صورت گلدانی و در قالب طرح کاملا تصادفی در ۵ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده جهت آبیاری شامل T1: پساب رقیق نشده ، T2: ۷۵٪ پساب و ۲۵٪ آب معمولی ، T3: ۵۰٪ پساب و ۵۰٪ آب معمولی، T4: ۲۵٪ پساب و ۷۵٪ آب معمولی ، T5: آب معمولی (شاهد) بود. نمونه خاک از ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیسب واقع در ۴۰ کیلومتری شرق بجنورد تهیه شد. خاک موردنظر از سری غالب هزار جریب و از نظر طبقه بندی به صورت Fine/ mixed/ mesic/ calcixerollec/ xerochrepts می باشد. این خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی متری یک مزرعه آیش که در فصول زراعی گذشته تحت کشت غلات دیم قرار داشت، نمونه برداری شد. سپس نمونه ها با یکدیگر مخلوط شدند و به میزان لازم به گلخانه منتقل شدند. برخی خصوصیات این خاک در جدول ۱ آمده است.

جدول (۱) - برخی خصوصیات خاک مورد آزمایش

بافت	رس	سیلت	شن	pH	Ec	N	p	k	Na	Fe	Mn	Zn	cu	cd			
	%	ds/m	%							mg/kg							
لومی سیلتی	۱۸	۶۸	۱۴	۷/۵۷	۰/۴۲	۰/۰۷				۷/۵	۵۰۰	۳۷۷	۳/۲	۵/۳۷	۰/۶	۰/۹۶	۰/۰۷

برای آماده کردن گلدانها ابتدا نمونه خاک هوا خشک، از الک ۴ میلی متر عبور داده شد. در نهایت گلدانها با حدود ۳ کیلوگرم خاک پر شدند و گندم ها کاشته شدند، سپس گلدانها توسط تیمارها آبیاری شدند. آبیاری گلدانها به صورت وزنی براساس ۴۰٪ (ضریب تخلیه مجاز) ظرفیت نگهداری آب در خاک صورت گرفت به طوری که میزان آب مصرفی در هر گلدان و در هر دور آبیاری ۳۰۰ میلی لیتر بود. در پایان رشد رویشی ارتفاع گندم ها اندازه گیری شد. عملیات آبیاری و وجین علف هرز با دست انجام شد. هیچ نوع کود و سموم آفت کشی در این طرح به کار نرفت. بعد از رسیدگی کامل گندم ها، برداشت انجام شد، سپس نمونه های گیاهی به طور کامل توسط آب مقطر شسته شدند سپس ریشه، اندام هوایی و دانه هر گیاه جدا گردید. وزن و تعداد هر کدام جداگانه تعیین و به داخل پاکتهای کاغذی منتقل شدند. نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در آن تهویه دار در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد خشک شدند. نمونه های خشک شده به منظور تعیین عملکرد ریشه اندام هوایی و وزن هزار دانه توزین شدند. برای اندازه گیری نیتروژن کل دانه گندم از روش کلدال و از دستگاه کلدال استفاده گردید. مقدار پروتئین دانه گندم نیز از رابطه زیر محاسبه شد: (ضریب پروتئین دانه گندم ۵/۷ است). (۲)

نیتروژن دانه = ضریب پروتئین دانه × نیتروژن دانه

پس از بدست آوردن نتایج تجزیه آماری و رسم جداول با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری SAS و Excel صورت گرفت. میانگین داده ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح متداول آماری ۵٪ با هم مقایسه شدند.

نتایج و بحث

پساب: کلیه فاکتورهای اندازه گیری شده (cd , Mn , cu, Zn , Fe , Na, K , p , N, Ec , pH) در پساب در مقایسه با آب شاهد بیشتر بود. لازم به ذکر است که غلظت عناصر کم مصرف و فلزات سنگین پساب مورد استفاده پایین تر از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران می باشد. مقدار pH , Ec , N, k و p در پساب در حد نرمال بود.

نیتروژن دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می دهد که اثر تیمارهای مختلف بر درصد ازت دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است. با توجه به جدول مقایسه میانگین اثرات ساده (جدول ۳) مشاهده می



شود که بیشترین درصد ازت مربوط به تیمار ۱ (پساب رقیق نشده) است که مقدار آن ۱/۱۸ شده است و کمترین درصد ازت در تیمار ۵ (شاهد) ۰/۵۴٪ است. سینگ و بهاتی^۵ (۲۰۰۵) گزارش کردند که تجمع نیتروژن در تیمارهای آبیاری شده با فاضلاب نسبت به تیمار آبیاری با نهر آب بیشتر بود و همبستگی مثبتی با کمیت آبیاری داشت. براساس یافته های Beauflis (۱۹۷۳) اگر مقدار ازت در گندم کمتر از ۱/۲۵٪ باشد گیاه دچار کمبود ازت می شود. بنابراین با توجه به اینکه کاربرد پساب باعث افزایش درصد ازت در دانه گندم شده است اما این افزایش نتوانسته است نیاز دانه را به ازت برآورده کند. در نتیجه مصرف کودهای نیتروژنه همراه با پساب ضروری است.

اثر پساب بر درصد پروتئین دانه: با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده می شود که مصرف سطوح مختلف تیمار بر درصد پروتئین دانه گندم در سطح احتمال ۱٪ بسیار معنی دار شده است. نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد که تیمار را با ۶/۷۶٪ بیشترین مقدار پروتئین دانه را دارد و مقدار پروتئین در تیمار ۲ تا ۵ به ترتیب ۶/۳۲، ۵/۲۵، ۴/۱۶ و ۳/۱٪ شده است. درصد پروتئین در دانه گندم بین ۸ تا ۱۵٪ است (۱۰)، میانگین درصد پروتئین اندازه گیری شده در تمام تیمارها کمتر از این مقدار است. علت کمبود پروتئین دانه گندم در تحقیق حاضر به دلیل کمبود نیتروژن در گیاه است. نیتروژن در ساختمان پروتئین ها وجود دارد و بالا بودن آن در دانه گندم از فاکتورهای مهم ارزشیابی گندم است. بحرانی و مسگرباشی (۱۳۷۲) به این نتیجه رسیدند که کاربرد نیتروژن در اواخر دوره رشد گیاه غلظت پروتئین دانه را افزایش می دهد.

عملکرد دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می دهد که اثر تیمارهای مختلف بر درصد ازت دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است. با توجه به جدول مقایسه میانگین اثرات ساده (جدول ۳) مشاهده می شود که بیشترین درصد ازت مربوط به تیمار ۱ (پساب رقیق نشده) است که مقدار آن ۰/۷۲٪ شده است و کمترین درصد ازت در تیمار ۵ (شاهد) ۰/۳۲٪ گرم در گلدان است. strong (۱۹۸۲) و salwau (۱۹۹۴) بیان کردند که کمبود نیتروژن باعث کاهش عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد ماده خشک، شاخص برداشت و مقدار پروتئین گندم می شود (۲۰ و ۱۶).

وزن خشک ریشه و اندام هوایی: با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده می شود که اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد وزن خشک معنی دار نشده است. براساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) بین سطوح مختلف تیمار، تیمار ۱ بیشترین عملکرد وزن خشک و تیمار ۵ کمترین عملکرد وزن خشک را دارد. عملکرد وزن خشک ریشه گندم در تیمار ۱ برابر ۰/۴ گرم در گلدان و در تیمارهای ۲ تا ۵ به ترتیب ۰/۳۵، ۰/۲۷، ۰/۲۵ و ۰/۲۶ گرم در گلدان شده است. عملکرد وزن خشک اندام هوایی گندم در تیمار ۱ برابر ۴/۴۸ گرم در گلدان و در تیمارهای ۲ تا ۵ به ترتیب ۴/۲۶، ۳/۹۴، ۳/۳۵ و ۳/۲۴ گرم در گلدان است.

وزن هزار دانه: جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می دهد که سطوح مختلف تیمار تأثیر معنی داری را در وزن هزاردانه گندم نداشته است. با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۳)، وزن هزاردانه در تیمار ۱ با ۳۰/۴ گرم بیشترین مقدار و در تیمار ۵ با ۱۷/۸۹ گرم کمترین مقدار است. براساس تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی، وزن هزاردانه گندم رقم تجن ۴۰ گرم می باشد (۱۰). اگرچه مصرف پساب باعث افزایش وزن هزار دانه گندم شده است، اما مقدار آن کمتر از مقدار تعیین شده توسط وزات جهات کشاورزی است. در تحقیق حاضر، کمبود نیتروژن، فسفر و روی در پساب وجود داشت، بنابراین می توان مقدار کم وزن هزار دانه را به کمبود این عناصر نسبت داد. کمبود ازت باعث عقیم شدن گل ها و کوچک شدن خوشه ها می گردد. ویتیس و همکاران (۱۹۵۴) گزارش کردند که در زراعت ذرت وقتی علائم کمبود ازت ظاهر می شود، برای هر برگ زرد در بوته بیش از ۹۴۰ کیلوگرم در هکتار محصول کاهش می یابد (۴). Brown (۱۹۹۳) بیان کرد که در اثر کمبود روی تشکیل پرچم و دانه گرده در گندم آسیب دیده و در

1. singh & Bhati



نتیجه عملکرد دانه و وزن هزار دانه بشدت پایین می آید. میرزاشاهی (۱۳۸۳) گزارش کرد که با کاهش مصرف فسفر، عملکرد دانه و وزن هزار دانه به طور معنی داری کاهش می یابد.

ارتفاع گیاه در پایان رشد رویشی: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می دهد که استفاده از تیمارهای مختلف پساب بر ارتفاع گیاه در پایان رشد رویشی معنی دار نشده است. براساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) افزایش نسبت پساب در آبیاری باعث افزایش ارتفاع بوته گندم گردیده است، اما این تغییرات چشمگیر نیست، به طوری که ارتفاع بوته های گندم از تیمار ۱ تا ۵ به ترتیب ۵۲/۲۵، ۴۹/۱۶، ۴۷/۷۵/۱۶ و ۴۷/۷۵ سانتی متر شده است. گندم گیاه رشد محدود است بدان معنی که رشد رویشی آن همزمان با رشد زایشی نمی باشد. زمانی رشد زایشی شروع می شود که رشد رویشی کاملاً متوقف شده باشد، بنابراین ارتفاع گندم در پایان رشد رویشی متوقف می شود. Sheriff و همکاران (۱۹۸۶) بیان کردند که فاضلاب سبب افزایش رشد ساقه و بیوماس گیاه نسبت به گیاه شاهد می شود. نتیجه این تحقیق به تحقیق حاضر نزدیک است. متوسط ارتفاع بوته گندم رقم تجن ۹۵-۹۰ سانتی متر است (۱۰). اگر چه مصرف پساب باعث افزایش ارتفاع ساقه شده است اما ارتفاع گندم ها کمتر از متوسط ارتفاع تعیین شده آن است. این عامل می تواند به دلیل کشت گلدانی و محدود بودن فضای رشد و همچنین کمبود ازت در گیاه باشد (کمبود ازت در تیمار شاهد بیشتر از تیمارهای دیگر است).

جدول (۲) - تجزیه واریانس

ارتفاع ساقه cm	وزن هزار دانه gr	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	عملکرد دانه	پروتئین دانه	ازت دانه	درجه آزادی	منابع تغییرات
۱.۳۵ns	۲.۱۴ns	۰.۴۹ns	۰.۷۸ns	۴.۰۳*	۱۹.۵**	۱۹.۵۱**	۴۹	تیمار خطا

جدول(۳) - مقایسه میانگین

ارتفاع ساقه cm	وزن هزار دانه gr	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	عملکرد دانه	پروتئین دانه	ازت دانه	تیمار
۵۲.۲۵a	۳۰.۴a	۴.۴۸a	۰.۴a	۰.۷۲a	۶.۷۶a	۱.۱۸a	۱
۴۹.۱۶a	۲۸.۰۶ab	۴.۲۶a	۰.۳۵a	۰.۶۱ab	۶.۳۲a	۱.۱۱a	۲
۴۸.۱۶a	۲۵.۰۱ab	۳.۹۴a	۰.۲۷ a	۰.۵۴abc	۵.۲۵b	۰.۹۲b	۳
۴۷.۷۵a	۲۳.۳۷ab	۳.۳۵a	۰.۲۵a	۰.۴۳bc	۴.۱۶c	۰.۷۳c	۴
۴۷.۷۵a	۱۷.۸۹b	۳.۲۴a	۰.۲۶a	۰.۳۲c	۳.۱d	۰.۵۴d	۵

نتیجه گیری

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد اثر مصرف پساب بر درصد ازت دانه و پروتئین دانه در همه تیمارها معنی دار بود ($p < 0/01$). هر چند پساب باعث افزایش درصد ازت دانه و پروتئین دانه نسبت به شاهد شد اما پساب نتوانست مقدار ازت دانه و پروتئین دانه را به حد کفایت آن در دانه برساند (این مشکل را می توان با مصرف مقدار اندکی مواد آلی و کودهای ازته جبران کرد). افزایش نسبت پساب باعث افزایش عملکرد دانه گندم گردید ($p < 0/05$). افزایش پساب تاثیر معنی داری بر وزن هزار دانه، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع ساقه در پایان رشد رویشی نداشت. افزایش پساب باعث افزایش ارتفاع گندم در پایان رشد رویشی شد اما کاربرد پساب نتوانست ارتفاع



گندم را به متوسط ارتفاع تعیین شده آن توسط مرکز تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی برساند که این عامل می تواند به دلیل کمبود ازت در گیاه یا محدودیت فضای رشد به دلیل کشت گلدانی باشد. بررسی نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می دهد که پساب کارخانه پتروشیمی اثر زیان آوری روی گندم نداشته است. بنابراین پساب را می توان به عنوان یک منبع آب مناسب برای آبیاری در نظر گرفت، در این صورت مصرف کودهای تجاری کاهش پیدا می کند (زیرا پساب حاوی عناصر پرمصرف و کم مصرف است).

منابع

- ۱-اسدی، م. ح. فیلی تبار. ۱۳۷۸. بررسی شدت آلودگی در خاکها به عناصر سنگین و تعیین مقدار آنها در گیاهان آبیاری شده با فاضلاب. وزارت کشاورزی، موسسه خاک و آب، شماره ۶۲، صفحه ۵.
- ۲-بحرانی، ج. و مسگرباشی، م. ۱۳۷۲. تاثیر مقادیر کود سرک نیتروژنه روی میزان عملکرد و پروتئین دانه دو رقم گندم در اهواز. علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۴ شماره ۲.
- ۳-حسینیان، م. م. مصارف مجدد فاضلاب های تصفیه شده. انتشارات علوم روز. ۲۴۰ صفحه.
- ۴-سالاردینی، ع. ا. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۲۸ صفحه.
- ۵-عرفانی آگاه، ع. ۱۳۷۸. بررسی کارایی فاضلاب تصفیه شده خانگی در آبیاری زراعت کاهو و گوجه فرنگی. همایش جنبه های زیست محیطی استفاده از پساب در آبیاری، وزارت نیرو، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۱ آذر ۱۳۷۸، صفحات ۷۹-۶۱.
- ۶-کلباسی، م. گندمکار، ا. ۱۳۷۶. اثر شیرابه زباله بر عملکرد و ترکیب شیمیایی ذرت و اثر باقی مانده آن روی بعضی ویژگی های خاک. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱، صفحه ۵۳-۴۱.
- ۷-گارزان، ع. ۱۳۷۶. پیامد استفاده از فاضلاب های تصفیه شده خانگی در آبیاری چغندر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۴۶ صفحه.
- ۸-میرزاشاهی، ک. ۱۳۸۳. بررسی اثرات باقی مانده فسفر و پتاسیم مصرف شده بر عملکرد گندم در تناوب ذرت-گندم. مجموعه مقالات "روشهای نوین تغذیه گندم". انتشارات سنا.
- ۹-یاران کوپایی، م. ۱۳۷۹. اثرات پساب و سیستم آبیاری بر عملکرد چند محصول زراعی، پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۱۳ صفحه.
- ۱۰-یافته های مرکز تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی
- 11-Beaufils, ER.1973.Diagnosis and recommendation integrated system. DRIS. A general scheme for experimentation and calibration. UNIV. natal pietermaritzburg. South Africa.pp.132.
- 12-Brown, P.H, I.Cakmak, and Q. Zhang.1993.Form and function of Zinc in plants. In: Zinc in Soil and Plants. A.D.Robson(ed), P.93-106. Kluwer Acadmic publisher, Dordrecht, Netherland.
- 13-Chang, A. C.1984. Accumulation of heavy metal in sewage-sludge-treated soil. J.Environ. Qual. 13:87-90.
- 14-Feigin, A. Ravina, I. Shalheret, J. 1991. Irrigation with treated sewage effluent, Pub by Springer-Verlag Berlin, 152-155 pp.
- 15-Rhett, J.T.1978, Achieving water quality through effective recycling of wastewater proceedings of the interational symposium on land treatment of wastewater ,USA, 51-52pp.
- 16-Salwau, M.I.M. 1994. Effect of soil and foliar application of nitrogen levels on yield and yield components of wheat. Field Crop Abst. 49:21-92.
- 17-Sheriff, D.V., Nambiar, E. K. S., Fife, D. N. 1986. Retranslocation between nutrient status, carbon assimilation and water use efficiency in Pinus radiate D. DON needles. Tree Physiol. 2:73-88 pp.
- 18-Singh, G and Bahati, M.2005. Growth of Dalbergia sissoo in desert regions of wastern India using municipal effluent and plant chemistry, Bioresource Technology. 96:1019-1023 pp.
- 19-Stevenson, F. J. 1985. Nitrogen in agricultural soil. Am. SOC. Agronomy Inc. Crop Sci. Soc. Am. Inc. and soil Sci. Soc. Am. Inc, Madison, Wisconsin
- 20-Strong,W.M. 1982. Effect of late application of nitrogen on the yield protein content of wheat. Aus. J.Euo. Agric. Anim. Husb. 22:54-61.