

سورة الفاتحة



بسمه تعالی  
مدیریت تحصیلات تکمیلی

## صفحه الف

این پایان نامه با عنوان: « اثر فاضلاب تصفیه شده و محلول پاشی روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی دانه ارزن دم روباهی در منطقه سیستان » قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی گرایش زراعت توسط دانشجو حمید عزیزمقدم تحت راهنمایی اساتید پایان نامه آقایان دکتر محمد رضا اصغری پور و دکتر احمد قنبری تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه زابل مجاز می باشد.

### امضا دانشجو

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ۱۳۸۹/۳/۳۰ توسط هیئت داوران بررسی و نمره ۹۰ و درجه عالی به آن تعلق گرفت.

نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
۱- استاد راهنمای اول: دکتر محمد رضا اصغری پور		۱۳۸۹/۳/۳۰
۲- استاد راهنمای دوم: دکتر احمد قنبری		۱۳۸۹/۳/۳۰
۳- استاد مشاور اول: دکتر علیرضا سیروس مهر		۱۳۸۹/۳/۳۰
۴- استاد مشاور دوم: دکتر مصطفی حیدری		۱۳۸۹/۳/۳۰
۵- استاد داور: دکتر محمد گلوی		۱۳۸۹/۳/۳۰
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر محمود رمرودی		۱۳۸۹/۳/۳۰
۷- مدیر گروه: دکتر مصطفی حیدری		۱۳۸۹/۳/۳۰



مدیریت تحصیلات تکمیلی

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته زراعت

بررسی اثر فاضلاب تصفیه شده و محلول پاشی روی و منگنز بر عملکرد کمی  
و کیفی دانه ارزن دم روباهی در منطقه سیستان

استادان راهنما :

دکتر محمد رضا اصغری پور

دکتر احمد قنبری

استادان مشاور:

دکتر علیرضا سیروس مهر

دکتر مصطفی حیدری

تهیه و تدوین :

حمید عزیزمقدم

تقدیم به:

**پدر و مادر عزیزم**

که هرچه دارم به خاطر وجود پربرکت آنهاست

تقدیم به:

**پدر و مادر همسرم**

که بر گردن من حق پدر و مادری دارند

تقدیم به:

**همسر خوب و مهربانم**

به پاس همه خوبیها و محبتهایش

تقدیم به:

**برادران عزیزم**

و تقدیم به:

**خواهران مهربانم**

**گویند کریم است و گنه من بخشد.....گیرم که ببخشد زخالت چه کنم**

## **سپاسگزارى**

**الحمد لله على ما عرفنا من نفسه و الهمننا من شكره و فتح لنا من ابواب العلم بر بوبيته و  
دلنا عليه من اخلاص له فى توحيدہ**

سپاس خدا را بر آنچه از وجود مبارکش به ما شناسانده و بر آنچه از شکرش به ما الهام فرموده و بر آن درهای دانش که به پروردگاریش به ما گشوده و بر اخلاص و ریزی در توفیق و یگانگی خود ما را رهنمون شده است.

پیش از هر چیز بر خود لازم می‌دانم از زحمات بی‌دریغ استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر ممد رضا اصغری پور که در تمام مراحل انجام پایان نامه مرا یاری نموده و از راهنمایی‌های ارزشمند ایشان استفاده فراوانی کردم کمال تقدیر و

سپاسگزاری را بنمایم و برای ایشان آرزوی سربلندی دارم. از جناب آقای دکتر احمد قنبری استاد راهنمای دوم این

تحقیق که با تجارب علمی ارزشمندشان از وجود ایشان بهره زیادی بردم تشکر و قدردانی می‌کنم. هم چنین از استادان

مشاور این پایان نامه جناب آقای دکتر علیرضا سیروس مهر و جناب آقای دکتر مصطفی حیدری که مرا در پیشبرد هرپه

بعتر این پایان نامه یاری رسانند کمال تشکر را دارم. با دارد از داور محترم جناب آقای دکتر ممد کلوی به خاطر حسن

نظری که به اینجانب داشتند و در پربارتر کردن این پایان نامه از نظرات و اصلاحیات ایشان استفاده نمودم سپاسگزاری

نمایم. از جناب آقای دکتر مرودی نیز که افتخار شاگردی ایشان را داشتم نیز کمال تشکر را دارم. همچنین بر خود لازم می

دانم از همسر عزیزم که با صبر و فوصله فراوان در انجام این پایان نامه مرا یاری رساند تشکر و قدردانی بنمایم. در پایان

از دوستان عزیزم آقایان ممد فروزنده، امیر احمدی، جعفر زارع زارگن، ابوالفضل توسلی، آرش احمدیان و جواد طایی

سمیرمی و دیگر دوستان که مرا در مسیر دشوار انجام این پایان نامه یاری کردند تشکر کرده و آرزوی موفقیت روزافزون

برای این عزیزان دارم.

حمید عزیزمقدم

خرداد 1389

### چکیده:

به منظور مطالعه تاثیر فاضلاب تصفیه شده و محلول پاشی روی و منگنز بر کمیت و کیفیت ارزن، آزمایشی در سال 1388 انجام شد. آزمایش به صورت طرح اسپلیت پلات و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح آبیاری (W1=آبیاری معمولی، W2=آبیاری نیمی فاضلاب-نیمی معمولی و W3=فاضلاب کامل) به عنوان کرت اصلی و 4 سطح محلول پاشی عناصر ریزمغذی (F1=عدم محلول پاشی، F2=محلول پاشی منگنز، F3=محلول پاشی روی و F4=محلول پاشی روی+منگنز) به عنوان کرت فرعی بودند. نتایج نشان داد آبیاری با فاضلاب به طور معنی داری باعث افزایش عملکرد دانه ارزن نسبت به آب معمولی شد. آبیاری با فاضلاب تاثیر مثبت و افزایشی در اجزاء عملکرد گذاشت، اما بر ارتفاع ساقه و قطر ساقه اصلی تاثیر معنی دار نداشت. محلول پاشی روی و منگنز بر تمامی فاکتورها اثر معنی دار گذاشت. اثر متقابل آبیاری و محلول پاشی بر عملکرد و اجزاء عملکرد تاثیر معنی داری داشت. نتایج این آزمایش نشان داد که غلظت عناصر معدنی تحت تاثیر تیمار آبیاری و محلول پاشی قرار گرفتند.

**کلمات کلیدی:** فاضلاب، محلول پاشی، کیفیت دانه، کمیت دانه و ارزن

# فهرست مطالب

## فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه.....
<b>فصل اول: مقدمه</b>	
1-1) اهمیت آب در کشاورزی.....	1
2-1) اهمیت مواد غذایی در رشد و نمو گیاهان.....	3
<b>فصل دوم: کلیات و بررسی منابع</b>	
2-1) استفاده از فاضلاب در کشاورزی.....	5
2-1-1- تاریخچه کاربرد فاضلاب شهری در کشاورزی.....	7
2-1-2- موارد کاربرد فاضلاب.....	8
2-1-3- ویژگی های فاضلاب.....	10
2-2-4- شاخص های فاضلاب.....	12
2-2) نقش عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزاء عملکرد در گیاهان.....	14
2-2-1- نقش روی در گیاه.....	15
2-2-2- نقش منگنز در گیاه.....	16
2-3) ارزن.....	17
2-3-1- گیاه شناسی ارزن.....	18
2-3-2- جنس های ارزن.....	18
2-3-3- ارزن دم روباهی.....	19
2-3-4- موارد استفاده ارزن.....	19
2-3-5- ویژگی های ارزن.....	20
2-3-6- خاک مورد نیاز ارزن.....	22
2-3-7- نیاز حرارتی ارزن.....	22
2-3-8- تهیه زمین و بستر بذر.....	23
2-3-9- نیاز آبی.....	23
2-3-10- نیاز نوری ارزن.....	23
2-4) اثر فاضلاب بر عملکرد و کیفیت گیاهان.....	24
2-5) اثر محلول پاشی روی و منگنز بر عملکرد و کیفیت گیاهان.....	29
<b>فصل سوم: مواد و روش ها</b>	
3-1) موقعیت و مشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش.....	34
3-2) ویژگی های خاک محل آزمایش.....	34
3-3) نحوه تامین آب و فاضلاب.....	35
3-4) موارد زراعی.....	36
3-4-1- انتخاب رقم.....	36
3-4-2- آماده سازی زمین و نحوه کشت.....	36
3-4-3- عملیات داشت.....	37
3-5) اجرای طرح.....	37
3-5-1- تیمارهای مورد مطالعه.....	37
3-5-2- تاریخ و نحوه نمونه گیری.....	37
3-5-3- روش های اندازه گیری مشخصات گیاهی.....	38
3-5-4- اندازه گیری فلزات در دانه.....	40



- 40.....(3-6) نمونه برداری از خاک
- 41.....(3-7) تجزیه شیمیایی خاک
- 41.....(3-7-1) pH خاک
- 41.....(3-7-2) شوری خاک
- 41.....(3-8) نرم افزارهای مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل آماری

#### فصل چهارم: نتایج و بحث

- 42.....(4-1) تأثیر فاضلاب و محلول پاشی بر خصوصیات مورفولوژیک
- 43.....(4-1-1) ارتفاع ساقه
- 43.....(4-1-2) قطر ساقه اصلی
- 43.....(4-1-3) طول پانیکول
- 46.....(4-2) تأثیر فاضلاب و محلول پاشی بر عملکرد و اجزاء عملکرد
- 46.....(4-2-1) وزن هزاردانه
- 48.....(4-2-2) تعداد پانیکول در بوته
- 48.....(4-2-3) تعداد دانه در پانیکول
- 51.....(4-2-4) عملکرد دانه
- 53.....(4-2-5) عملکرد بیولوژیک
- 54.....(4-2-6) شاخص برداشت
- 56.....(4-3) تأثیر فاضلاب و محلول پاشی در غلظت عناصر در دانه
- 56.....(4-3-1) روی
- 58.....(4-3-2) منگنز
- 58.....(4-3-3) آهن
- 61.....(4-3-4) نیتروژن
- 62.....(4-3-5) فسفر
- 63.....(4-3-6) پتاسیم
- 65.....(4-3-7) سدیم
- 66.....(4-3-8) کلسیم
- 68.....(4-4) نتیجه گیری
- 69.....(4-5) پیشنهادات
- 77.....فهرست منابع



**فصل اول**  
**مقدمه**

## 1-1) اهمیت آب در کشاورزی

محدودیت منابع آب شیرین از یک طرف و عدم توجه به ضرورت بهره‌برداری صحیح و حفاظت از آن از سویی دیگر، به مرور زمان شرایطی را بوجود می‌آورد که در اثر تخریب و زوال این منابع، دورنمای این موهبت الهی را بصورت یک بحران جدی تداعی می‌نماید. راه‌حل‌های متعددی ممکن است جهت غلبه بر این بحران پیشنهاد گردد. از جمله این موارد می‌توان مهار آب‌های سطحی، افزایش راندمان آبیاری و همچنین استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی را نام برد. ولی بدلیل کمبود پتانسیل نزولات در سطح کشور و با فرض تحقق تمامی راهکارهای فوق بازهم مسأله کم‌آبی همچنان مشکل اساسی در محدودیت تولید خواهد بود. استفاده از آب‌های نامتعارف که هم‌اکنون بر اساس معیارهای موجود، جزء آب‌های قابل مصرف در برنامه‌ریزی آبیاری لحاظ نمی‌گردد، می‌تواند به عنوان یک منبع جدید در نظر گرفته شود و به استناد شرایط موجود، استفاده از این نوع آب‌ها اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. در کشاورزی مدرن امروزه شناخت عوامل مختلف موثر می‌باشد (توسلی، 1386). عملکرد گیاهان و همچنین نحوه تاثیر آب‌های غیرمتعارف بر خصوصیات کمی و کیفی محصولات از مهمترین جنبه‌های موفقیت در کشاورزی می‌باشد (ناخدا، 1377). در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، نیاز روزافزون به آب شیرین تنها در تولیدات کشاورزی خلاصه نمی‌شود بلکه تامین نیازهای سرانه هر فرد و هم چنین تامین منابع آب مورد نیاز صنایع یکی از ضرورت‌های جوامع شهری در این مناطق می‌باشد. بهره‌برداری صحیح از فاضلاب شهری، مشکل آلودگی آب‌های سطحی را کاهش می‌دهد و نه تنها باعث حفظ منابع آب می‌شود بلکه به علت وجود مواد و عناصر غذایی در آن، برای رشد گیاهان بسیار سودمند خواهد بود. موجود بودن این فاضلاب در نزدیکی مراکز شهری، امکان افزایش تولید محصولات کشاورزی را در اطراف این

مناطق فراهم می‌کند (عابدی و نجفی، 1380). روش‌های صحیح مدیریت زراعی برای استفاده حداکثر از ظرفیت محیط برای تولید گیاهان امری بسیار مهم بوده و تعیین مناسب‌ترین شرایط رشد می‌تواند در راستای افزایش عملکرد و به حداکثر رسانیدن بهره‌وری از محیط مورد نظر باشد. یکی از عوامل مهم در تصمیم‌گیری‌های زراعی به منظور دست‌یابی به عملکردهای بالا همراه با کیفیت مناسب، تعیین مناسب‌ترین زمان کاشت و استفاده موثر از منابع موجود است (خادم‌زاده<sup>1</sup>، 1994). شرایط محیطی عامل مهمی در رشد و تولید گیاهان است. کمبود آب مهم‌ترین عامل غیرزیستی محدودکننده برای دستیابی به عملکرد پتانسیل گیاهان زراعی محسوب می‌شود (آبخضر و قهرمان، 1382). متأسفانه کشور ایران یکی از نقاط قابل توجه در زمینه بحران آب است. بارش متوسط 240 میلیمتری در مقایسه با بارش 860 میلیمتری کره زمین، ایران را در ردیف کشورهای نیمه‌خشک و خشک قرار داده است، بنابراین بایستی از منابع آب و خاک به نحو بهتر و مطلوب‌تر استفاده شود. در این راستا در جهت کاهش وابستگی کشور به مواد غذایی مورد نیاز برای تغذیه دام و طیور چاره‌ای جز تلاش در جهت افزایش تولیدات کشاورزی وجود ندارد و این مهم جز با ایجاد تحول در بنیان کشاورزی کشور از طریق بهره‌گیری مؤثر و پایدار از منابع آب و خاک موجود و تأمین امکانات لازم مقدور نخواهد شد (بهرروز، 1385؛ جهانی، 1373؛ حق‌نیا و کوچکی، 1375 و سرمدنیا، 1372).

با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی نیمه‌خشک ایران و بخصوص وضعیت بارندگی منطقه سیستان (با میانگین 70 میلیمتر در سال) استفاده از همه منابع آب و از جمله فاضلاب تصفیه شده شهری در امر تولید محصولات زراعی و باغی ضروری بنظر می‌رسد. بدلیل متمرکز شدن جمعیت بالا و صنایع جانبی تولیدی اکثر شهرهای کشور، سالیانه حجم بالایی از فاضلاب شهری بوجود می‌آید. عدم یافتن شیوه‌های مناسب دفع آن، مشکلات زیست محیطی زیادی را در اطراف این نقاط به همراه

<sup>1</sup> - Khademhamzeh



خواهد داشت. بررسی‌ها نشان داده است، بهترین شیوه دفع فاضلاب پس از انجام مراحل تصفیه، کاربرد آن در بخش کشاورزی است (اسماعیلیان، 1386).

بخش کشاورزی با توجه به مصرف بالای آب، دارای بزرگترین پتانسیل استفاده مجدد از آب است. استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده برای کشاورزی، اگر چه در اروپا، آمریکای شمالی و استرالیا از اوایل قرن اخیر مورد توجه قرار گرفته است، اما باید خاطر نشان نمود که استفاده از فاضلاب برای آبیاری، بخصوص غلات، در کشورهایی همانند هند، چین و بعدها در خاورمیانه از دیرباز معمول بوده است. حتی در مناطقی که آب به فراوانی وجود دارد، تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب‌های شهری برای جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی در حال افزایش است (صفری و همکاران، 1381).

## 2-1) اهمیت مواد غذایی در رشد و نمو گیاهان

با توجه به نیاز گیاهان زراعی به عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف و فقر غذایی خاک‌های منطقه باید به دنبال روشی مناسب برای برطرف کردن کمبود این مواد غذایی در گیاه پیدا کرد. کودهای پرمصرف از نظر کمی و علوفه مورد نیاز حائز اهمیت بوده و کودهای کم‌مصرف از نظر حفظ توازن عناصر در خاک، عملکرد کیفی و سلامت دام حائز اهمیت هستند. تغذیه برگی روشی جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات زیست محیطی آنها می باشد و عناصر غذایی را در اسرع وقت در اختیار گیاه قرار می دهد. نتایج بررسی در کشورهای پیشرفته نشان می دهد که غنی‌سازی غذا از طریق مصرف کود بهترین، مطمئن‌ترین و ارزان‌ترین راه برای مبارزه با کمبود عناصر ریزمغذی است (کوگر<sup>1</sup>، 2001). در کشاورزی مدرن امروزی شناخت عوامل مختلف مؤثر بر رشد و عملکرد گیاهان و همچنین نحوه تأثیر آنها بر خصوصیات کمی و کیفی محصول از مهمترین جنبه‌های موفقیت به شمار می‌رود (ناخدا، 1379). مهم‌ترین نهادها در بخش کشاورزی کودهای


<sup>1</sup>- cooger



شیمیایی هستند که به عنوان انرژی برای دستیابی به حداکثر عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی و ارتقاء سطح سلامت جامعه مورد استفاده قرار می‌گیرد و استفاده بهینه و متعادل از کودهای شیمیایی و مهمتر از همه کودهای ریزمغذی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (بابائیان، 1387). کمبود ریزمغذی‌ها، در گیاهان زراعی گسترش جهانی دارد. کشت مداوم، آهکی بودن خاک‌ها و عدم مصرف کودهای حاوی عناصر غذایی لازم، از جمله عواملی است که باعث کمبود عناصر غذایی و کاهش رشد گیاهان کشت شده می‌گردد. در صورتی که طی دوران رشد گیاه، کمبود عناصر غذایی مشاهده گردد، می‌توان با استفاده از محلول‌پاشی از طریق برگ، این مشکل را حل نمود (ملکوتی و تهرانی، 1378). استهلک و همکاران<sup>1</sup> (2004) بیان داشتند نقش عناصر ریزمغذی در فرآیندهای متابولیسم میکروارگانیسم‌ها و هم‌چنین انسان‌ها و حیوانات موضوعی جالب و ویژه در زمینه تحقیقات می‌باشد. عناصر ریزمغذی نقش مهمی در متابولیسم سلولی و به عنوان کوفاکتور نیاز آن‌ها را برای تعداد آنزیم‌های بیشتر تامین می‌نمایند. یون‌های روی، مس و منگنز خیلی مورد توجه قرار دارند بخاطر اینکه آن‌ها دارای یک تاثیر مثبت بر جذب گیاهان می‌باشند.

ارزن به دلیل اینکه گیاهی سازگار و دارای عملکرد بالا در منطقه، دارای چرخه زندگی کوتاه و نیاز آبی کم می‌باشد انتخاب گردید. با توجه به تحقیقات انجام شده بطور مشخص و کامل هنوز از اثرات آبیاری با فاضلاب تصفیه شده بر گیاهان زراعی در منطقه سیستان اطلاع کافی وجود ندارد. از این‌رو هدف از تحقیق حاضر علاوه بر بررسی اثرات آبیاری با فاضلاب بر عملکرد کمی و کیفی دانه ارزن دمروباهی، تعیین اثرات متقابل استفاده از آب فاضلاب با محلول‌پاشی روی و منگنز بر ویژگی‌های کمی و کیفی دانه ارزن دمروباهی بوده است.

<sup>1</sup> - Stehlik et all



فصل دوم  
بررسی منابع

## 2-1) استفاده از فاضلاب در کشاورزی

به دلیل اینکه جمعیت شهرها در جهان به سرعت رو به افزایش می‌باشد، استفاده از فاضلاب در 20 سال گذشته رو به افزایش بوده است. آلودگی محیطی که به دنبال تولید فاضلاب بوجود می‌آید یک مشکل اجتماعی جدی است که به طور جدی مانع توسعه و پیشرفت شهرها می‌گردد، بخصوص برای شهرهای بزرگ در کشورهای در حال توسعه این موضوع بیشتر نمود پیدا می‌کند. بنابراین این یک موضوع بحرانی می‌باشد و ما باید راهی را برای استفاده موثر از فاضلاب و کاهش اثر مخرب آن بر محیط پیدا نماییم (یان جون لو، 2009). طی تحقیقی عنوان شد فاضلاب به دلیل غنی بودن از نظر نیتروژن، فسفر و دیگر عناصر پرمصرف و کم‌مصرف می‌تواند به عنوان یک منبع آب برای آبیاری در منطقه استفاده شود و کاربرد کودهای تجاری را کاهش دهد (قنبری و همکاران، 1385). بکارگیری فاضلاب شهری بسته به خصوصیات آن می‌تواند سودمند یا زیان‌بار باشد. کیفیت فاضلاب باید با توجه به اثرات آن بر خاک، گیاه، دام و انسان ارزیابی شود که در این راستا تحقیقاتی نیز صورت گرفته است (اسماعیلیان، 1386). آلکالد و همکاران (2007) بیان داشتند فرآیند تصفیه و صاف کردن<sup>1</sup> فاضلاب به طور کاملاً موثر آلودگی‌های شیمیایی و فیزیکی و میکروارگانیزم‌ها را از بین می‌برد. اما سیستم صافی حلقه‌ای<sup>2</sup> بر خلاف سیستم تصفیه و صاف کردن، آلودگی‌ها را از بین نمی‌برد. اما به دلیل اینکه سیستم تصفیه و صاف کردن بسیار پرهزینه و زمان بر می‌باشد فقط در جوامع کوچک اجرا می‌گردد. بوزکورت و همکاران (2003) اظهار داشتند کاربرد فاضلاب در زمین‌های کشاورزی یک عملیات رایج چندین دهه گذشته می‌باشد. این عملیات ارزان، اقتصادی و آسان برای اجرا می‌باشد. فاضلاب می‌تواند به عنوان جایگزینی برای کودهای

1- infiltration-percolation

2- ring filter





تجاری و رایج و افزایش محصول گیاهان مطرح باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد در صورت اعمال مدیریت در مصرف فاضلاب و افزایش راندمان بهره‌برداری، علاوه بر فراهم شدن امکان گسترش زمین قابل کشت در اطراف مراکز شهرها، شیوع آلودگی‌های خاص فاضلاب محدودتر می‌شود هم‌چنین با توجه به کنترل فاضلاب و امکان انجام بخشی از تصفیه قابل قبول در هنگام بهره‌برداری درجات پایین‌تری از تصفیه قابل قبول می‌گردد که مانع تحمیل هزینه‌های بیشتری برای تصفیه کامل است (گویشن<sup>1</sup>، 1993). تاثیر سودمند استفاده از فاضلاب در کشاورزی توسط تعداد بی شماری از محققان تایید شده است. نشان داده شده است که در اثر کاربرد فاضلاب، خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک بهبود می‌یابد (بنیتز و همکاران<sup>2</sup>، 2001). مواد غذایی موجود در فاضلاب، بیوماس و عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد (کوگر و همکاران<sup>3</sup>، 2001). طرح‌های استفاده از فاضلاب در مقیاس وسیع هم اکنون در کشورهای صنعتی و در حال توسعه در حال اجرا می‌باشد (وکیلی، 1374). ارزش فاضلاب بعنوان منابع تامین کننده نیاز گیاهان به آب و عناصر غذایی در پژوهش‌های متعدد نشان داده شده است (علیزاده، 1375 و گلاسر و همکاران<sup>4</sup>، 1988). استفاده مجدد از فاضلاب شهری به عنوان یکی از منابع غیرمتعارف آب، مورد توجه بیش از پیش قرار گرفته است. تحقیقات مختلف نشان می‌دهد استفاده از فاضلاب شهری در کشاورزی باعث افزایش درصد مواد آلی و بهبود حاصلخیزی خاک می‌شود (حسن‌اقلی و همکاران، 1381، آسانو و لیواین<sup>5</sup>، 1996 و جنکیز و همکاران<sup>6</sup>، 1994). استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده شهری در بخش کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک که با کمبود آب روبرو هستند مهم می‌باشد. امروزه این منبع در بخش کشاورزی توانسته است از طریق رفع برخی از مشکلات کم‌آبی و کودهای مصرفی باعث افزایش تولید گردد و در بازیافت فاضلاب شهری به مسائل زیست محیطی

---

1-Guishken *et al*

2-Benitez *et al*

3-Cogger *et al*

4-Glauser *et al*

5-Asano and Levine

6-Jenkins *et al*

کمک نماید (عرفان منش، 1376؛ منزوی، 1367 و دانش و همکاران، 1370). نیاز به آب برای تولید بیشتر غذا اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در این میان آب‌های غیرمتعارف بویژه فاضلاب‌های تصفیه‌شده غنی از عناصر غذایی متنوع جایگاه خاصی را در تامین نیازهای آینده تولید غذا دارا می‌باشد. هرچند استفاده از فاضلاب‌ها از سابقه طولانی برخوردارست، اما امروزه کشاورزان بیش از گذشته به فاضلاب شهری به عنوان منبع آب آبیاری چشم دوخته‌اند. علت آن کاهش روز افزون منابع آب و لزوم انتقال آب از فواصل بسیار طولانی می‌باشد. امروزه کشاورزان علاوه بر حاصلخیزی خاک در تولیدات زراعی از فاضلاب جهت رفع کمبود آب آبیاری و افزایش بازدهی مصرف آب و جلوگیری و کاهش آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی استفاده می‌کنند (حسن اقلی و همکاران، 1385 و بزنی<sup>1</sup>، 1981).

امروزه تحقیقات در زمینه استفاده از انواعی از آب‌های نامتعارف از جمله فاضلاب‌ها در آبیاری اراضی کشاورزی و مشاهده جنبه‌های مختلف تاثیر آن بر تولید کمی و کیفی گیاهان زراعی و باغی از جایگاه ویژه‌ای در بسیاری از کشورهای دنیا مطرح است (جلالی، 1387).

## 1-1-2 تاریخچه کاربرد فاضلاب شهری در کشاورزی

بر اساس اسناد موجود استفاده از فاضلاب به 5000 سال قبل بر می‌گردد. آثار سیستم جمع‌آوری فاضلاب در کاخ‌های قدیمی مربوط به تمدن مینوان در چین مشخص شده است. انتقال این فاضلاب‌ها به مزارع اطراف شهر نیز به منظور کاربرد آن در کشاورزی بوده است (بحری<sup>2</sup>، 1988). طبق گزارشات موجود، نخستین کاربرد فنی فاضلاب در آبیاری مربوط به بانزلو در آلمان در سال 1531 میلادی و سپس در اسکاتلند در شهر ادین برو در سال 1650 بوده است (آسانو و

<sup>1</sup> Baozhen

<sup>2</sup> Bahri

لیواین<sup>1</sup>، (1996). در اواخر قرن بیستم مزایای کاربرد مجدد فاضلاب به عنوان گزینه‌ای در توسعه منابع آب رسماً تایید گردید و توسط ایالات آمریکا و اتحادیه اروپا قانونی شد (ای پی آ<sup>2</sup>، 1993) در ایران نیز به علت وقوع بحران کم آبی، استفاده مجدد از فاضلاب‌ها جهت توسعه منابع آبی در دسترس و کاربرد آن در کشاورزی، اهمیت ویژه‌ای یافته است (طایی سمیرمی، 1383). در ایران از زمان قدیم استفاده از فاضلاب انسانی جهت حاصلخیز کردن خاک‌ها و مزارع کاربرد داشته است. برای مثال در مناطق کشاورزی ایران، فاضلاب انسانی به صورت نیمه جامد توسط کشاورزان برداشت می‌شده و به عنوان کود انسانی در مزارع بکار می‌رفته است. در حال حاضر نیز در بسیاری از شهرهای کشور مانند منطقه سیستان فاضلاب خانگی در سطحی از شهر خارج می‌شود و در زمین‌های کشاورزی پایین دست استفاده می‌شود. برای مثال نهر فیروزآباد تهران که قسمت اعظم آلودگی‌های سطحی فاضلاب تصفیه خانه‌ها و کارخانه‌های متعددی به آن تخلیه می‌شود، به طور گسترده‌ای در جنوب تهران در مناطق کشاورزی به مصرف تولید میوه و سبزی‌های خوراکی می‌رسد. در شهر تبریز فاضلاب خانگی و سطحی که درون مسیل داخل شهر ریخته می‌شوند پس از خروج از شهر در کشاورزی مصرف می‌شوند. در شهر شیراز نیز گزارش شده، که در فصول خشک سال، جریان اصلی رودخانه خشک که از شهر عبور می‌کند فاضلاب‌های تخلیه شده به آن، در نهایت به مصرف کشاورزی می‌رسند (توکلی و طباطبایی، 1378).

## 2-1-2- موارد کاربرد فاضلاب

فاضلاب شهری مایع یا آبی بسیار باارزش است که به سبب دارا بودن مواد معدنی و آلی باارزش است و می‌تواند نقش مهمی در باروری زمین‌های کشاورزی نیز داشته باشد (وائقی و همکاران، 1380). استفاده از فاضلاب در آبیاری مزارع کشاورزی از سابقه طولانی در کشورهای مختلف دنیا

<sup>1</sup>- Asano and Levin

<sup>2</sup>- EPA

برخوردار است. در نواحی مدیترانه‌ای، فاضلاب به عنوان یکی از منابع مهم آب آبیاری کشاورزی به شمار می‌رود (صفری و همکاران، 1381). با توجه به کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشکی همانند ایران، استفاده از فاضلاب‌ها در امر تولید محصولات زراعی می‌تواند به عنوان منبع آب مطمئنی برای آبیاری مورد توجه قرار گیرد. در نتیجه نه تنها بخشی از کمبود آب کشاورزی جبران خواهد شد، بلکه از اثرات سوء تخلیه بی‌رویه فاضلاب‌ها و خسارت‌های آن به منابع کشاورزی و آلودگی محیط زیست نیز جلوگیری به عمل می‌آید (عرفانی و همکاران، 1380). پیش‌بینی شده در سال 1400 بیش از 10 میلیارد متر مکعب آب در سال در بخش شرب شهری، روستایی و صنعت، مصرف می‌شود، بنابراین با فرض ضریب بازیافت 60 تا 70 درصد، حدود 6 تا 7 میلیارد متر مکعب آب در سال قابل بازیافت بوده و می‌تواند به طور مستقیم ظرفیت تأمین آب کشور برای مصارف کشاورزی و صنعت را افزایش دهد (عابدی کوپایی و همکاران، 1382). این حجم وسیع از آب علاوه بر نقش‌هایی که در تولید محصولات زراعی و اشتغال‌زایی می‌تواند ایفا کند می‌تواند ضمن کاهش آلودگی‌های زیست محیطی از شیوع بیماری‌های خطرناک نیز ممانعت کند که در راستای اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد. فاضلاب تصفیه‌شده فاضلاب شهری دارای مجموعه مناسبی از اکثر عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می‌باشد اما جهت استفاده بهینه از آنها می‌بایست برخی از شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی موجود در آنها را مورد بررسی قرار داد (عابدی و نجفی، 1380). در حال حاضر سطح وسیعی (در حدود 300 هکتار) از مزارع گندم، جو، یونجه و سورگوم اطراف تصفیه‌خانه زابل با فاضلاب خروجی این تصفیه‌خانه آبیاری می‌گردد. شوری فاضلاب این تصفیه‌خانه 3 دسی‌مینز بر متر<sup>1</sup>، زهکشی ضعیف خاک‌های منطقه، بارش سالانه بسیار کم و تبخیر سالانه بسیار زیاد (بیشتر از 4600 میلی‌متر در سال) از عواملی است که باعث بروز نگرانی‌هایی در زمینه شور و سدیمی شدن و تخریب خاک‌های منطقه شده است. یکی از راههای جلوگیری از مشکل مذکور، آبیاری با آب غیر شور و فاضلاب بصورت نوبتی و در مراحل مختلف رشد گیاه می‌باشد، این روش در مناطق خشک که