دانشکده مهندسی علوم آب

گروه آبیاری و زهکشی

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان

اثرات آبیاری با سطوح مختلف اختلاط زه‌آب و آب رودخانه کارون بر روی خصوصیات هیدرولیکی خاک در شرایط آزمایشگاهی

نگارش

آمنه طرزی

استاد راهنما

دکتر هادی معاضد

استاد مشاور

دکتر مجید بهزاد

تابستان 1388

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه و هدف	
1-1 مقدمه	1
2-1 هدف	3
فصل دوم: کلیات و مروری بر تحقیقات انجام شده	
2-1 زه آب ها به عنوان بخشی از منابع آب آبیاری	4
2-1-1 خصوصیات کیفی آب	5
2-1-2 خصوصیات هیدرولیکی خاک	7
2-1-2-1 ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع خاک	7
2-1-2-1-1 خصوصیات هیدرولیکی سیال	7
2-1-2-1-2 خصوصیات خاک	7
2-1-2-2 تخلخل خاک	8
2-1-2-3 تخلخل مؤثر خاک	8
2-1-2-4 نگهداشت ویژه آب در خاک	8
2-2 معیارهای تشخیص خطرات آبیاری با آب شور	9
2-2-1 شوری	9
2-2-2 سدیم و دشواری نفوذ آب به خاک و عملیات خاک ورزی	9
2-2-3 اختلالات تغذیه ای	10
2-2-4 یون های سمی	10
2-2-5 عناصر کمیاب و سنگین	11
2-2-6 مسائل متفرقه	12
2-3 مدیریت بهره برداری از آب شور	12
2-3-1 مدیریت تولیدات کشاورزی و حفاظت خاک	15
2-3-1-1 انتخاب گیاهان مقاوم به شوری	16
2-3-1-2 جلوگیری از تجمع بیش از حد نمک و مواد قلیـایی در بـستر بـذر و خاک سطحی	16
2-3-1-3 عناصر سمی و یون های ویژه	19
2-3-1-4 تحویل آب به مزرعه به مقدار لازم و در زمان مناسب	19
2-3-1-5 آبیاری مؤثر با حداقل میزان آبشویی و تولید زه آب	20

عنوان **صفحه**

2-3-1-6 زهکشی مناسب خاک 20
2-3-1-7 روش های مناسب آبیاری با آب شور 21
2-3-1-7-1 آبیاری سطحی 22
2-3-1-7-2 آبیاری بارانی 22
2-3-1-7-3 آبیاری قطره ای 23
2-3-2 مدیریت کیفیت آب و حفاظت محیط زیست 24
2-3-2-1 محدود کردن افزایش نمک از طریق کاهش زه آب 25
2-3-2-2 جمع آوری، جداسازی و استفاده مجدد از آب زهکشی در آبیاری 25
2-3-2-3 اجتناب از مخلوط کردن آب های با کیفیت مختلف برای آبیاری 26
2-4 تاریخچه مصرف زه آب ها در آبیاری 27
2-5 شروع کارهای تحقیقاتی در ایران 30
2-6 اثرات مصرف زه آب ها 31
2-6-1 تأثیر کاربرد زه آب ها بر روی میزان عملکرد محصول 31
2-6-2 تأثیر کاربرد زه آب ها بر ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع و تخلخل کل خاک 34
2-6-3 تأثیر کاربرد زه آب ها بر نگهداشت ویژه و تخلخل مؤثر خاک 36
2-6-4 تأثیر کاربرد زه آب ها بر رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم خاک 37
2-6-5 تأثیر کاربرد زه آب ها بر وزن مخصوص ظاهری خاک 38

فصل سوم: مواد و روش ها

3-1 مشخصات جغرافیایی مکان آزمایش 40
3-2 مشخصات آب و هوایی منطقه 40
3-3 روش تهیه و آماده سازی نمونه های آزمایش 40
3-4 تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری 41
3-5 آب مورد نیاز طرح و نحوه آبیاری لوله ها 42
3-6 اندازه گیری پارامترهای هیدرولیکی خاک 44
3-6-1 اندازه گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک 44
3-6-2 اندازه گیری تخلخل خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک 46
3-6-3 اندازه گیری رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی، تخلخل مؤثر (S_y) و نگهداشت ویژه (S_r) خاک 49

عنوان **صفحه**

فصل چهارم: نتایج و بحث

4-1 بافت خاک 51
4-2 بررسی تأثیر آبیاری با سطوح مختلف اختلاط زه آب و آب رودخانه کارون بر روی خصوصیات هیدرولیکی خاک در عمق ها و زمان های مختلف آبیاری 51
4-2-1 تأثیر آبیاری با سطوح مختلف شوری بر روی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک 51
4-2-1-1 اثر کیفیت آب آبیاری بر روی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک 53
4-2-1-2 اثر عمق های مختلف خاک بر روی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک 54
4-2-1-3 اثر مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک 55
4-2-1-4 اثر کیفیت آب در عمق های مختلف بر روی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک 55
4-2-1-5 اثر کیفیت آب در مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک 56
4-2-2 تأثیر آبیاری با سطوح مختلف شوری بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک 57
4-2-2-1 اثر کیفیت آب آبیاری بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک 59
4-2-2-2 اثر عمق های مختلف خاک بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک 59
4-2-2-3 اثر مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک 60
4-2-2-4 اثر کیفیت آب در عمق های مختلف بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک 61
4-2-2-5 اثر کیفیت آب در مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک 61
4-2-3 تأثیر آبیاری با سطوح مختلف شوری بر روی تخلخل کل خاک 62
4-2-3-1 اثر کیفیت آب آبیاری بر روی تخلخل کل خاک 64
4-2-3-2 اثر عمق های مختلف خاک بر روی تخلخل کل خاک 64
4-2-3-3 اثر مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی تخلخل کل خاک 66
4-2-3-4 اثر کیفیت آب در عمق های مختلف بر روی تخلخل کل خاک 66
4-2-3-5 اثر کیفیت آب در مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی تخلخل کل خاک 67
4-2-4 تأثیر آبیاری با سطوح مختلف شوری بر روی درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک 68
4-2-4-1 اثر کیفیت آب آبیاری بر روی درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک 70
4-2-4-2 اثر عمق های مختلف خاک بر روی درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک 70
4-2-4-3 اثر مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک 71
4-2-4-4 اثر کیفیت آب در عمق های مختلف بر روی درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک 72
4-2-4-5 اثر کیفیت آب در مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک 72

عنوان **صفحه**

4-2-5 تأثیر آبیاری با سطوح مختلف شوری بر روی درصد رطوبت نقطـه پژمـردگی دائـم خاک 73
4-2-5-1 اثر کیفیت آب آبیاری بر روی درصد رطوبت نقطه پژمردگی دائم خاک 76
4-2-5-2 اثر عمق های مختلف خاک بر روی درصد رطوبت نقطه پژمردگی دائم خاک 76
4-2-5-3 اثر مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی درصد رطوبت نقطه پژمـردگی دائـم خاک 77
4-2-5-4 اثر کیفیت آب در عمق های مختلف بر روی درصد رطوبت نقطه پژمردگی دائـم خاک 78
4-2-5-5 اثر کیفیت آب در مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی درصد رطوبـت نقطـه پژمردگی دائم خاک 79
4-2-6 تأثیر آبیاری با سطوح مختلف شوری بر روی تخلخل مؤثر (S_y) خاک 80
4-2-6-1 اثر کیفیت آب آبیاری بر روی تخلخل مؤثر خاک 82
4-2-6-2 اثر عمق های مختلف خاک بر روی تخلخل مؤثر خاک 82
4-2-6-3 اثر مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی تخلخل مؤثر خاک 83
4-2-6-4 اثر کیفیت آب در عمق های مختلف بر روی تخلخل مؤثر خاک 83
4-2-6-5 اثر کیفیت آب در مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی تخلخل مؤثر خاک 85
4-2-7 تأثیر آبیاری با سطوح مختلف شوری بر روی نگهداشت ویژه (S_r) خاک 86
4-2-7-1 اثر کیفیت آب آبیاری بر روی نگهداشت ویژه خاک 87
4-2-7-2 اثر عمق های مختلف خاک بر روی نگهداشت ویژه خاک 87
4-2-7-3 اثر مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی نگهداشت ویژه خاک 88
4-2-7-4 اثر کیفیت آب در عمق های مختلف بر روی نگهداشت ویژه خاک 89
4-2-7-5 اثر کیفیت آب در مدت زمان های مختلف آبیاری بر روی نگهداشت ویژه خاک 90
4-3 بحث 92

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

5-1 نتیجه گیری 95
5-1-1 بررسی تیمارهای آبی بر خواص هیدرولیکی خاک 95
5-2 پیشنهادات 102

عنوان **صفحه**

فهرست اشکال

فصل سوم

3-1 نمایی از لوله های محتوی خاک 43
3-2 برش زدن لوله ها پس از یک ماه آبیاری توسط اره 43
3-3 نمای کلی از دستگاه بار افتان جهت اندازه گیری ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع خاک 45
3-4 نمایی از آببندی دستگاه بار افتان 46
3-5 نمایی از ترازوی با دقت 0/01 گرم 48
3-6 نمونه های تهیه شده در داخل کوره 48
3-7 نمای کلی از دستگاه غشاء فشاری 50
3-8 نمونه های اشباع در داخل دستگاه غشاء فشاری 50

فصل چهارم

4-1 اثر کیفیت آب آبیاری بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک 53
4-2 مقایسه میانگین های هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در عمق های مختلف 54
4-3 مقایسه میانگین های هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 55
4-4 اثر کیفیت آب بر روی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در عمق های مختلف 56
4-5 اثر کیفیت آب بر روی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 57
4-6 اثر کیفیت آب آبیاری بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک 59
4-7 مقایسه میانگین های وزن مخصوص ظاهری خاک در عمق های مختلف 60
4-8 مقایسه میانگین های وزن مخصوص ظاهری خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 60
4-9 اثر کیفیت آب بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک در عمق های مختلف 61
4-10 اثر کیفیت آب بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک در مدت زمان های مختلف 62
4-11 اثر کیفیت آب آبیاری بر تخلخل کل خاک 65
4-12 مقایسه میانگین های تخلخل کل خاک در عمق های مختلف 65
4-13 مقایسه میانگین های تخلخل کل خاک در مدت زمان های مختلف 66
4-14 اثر کیفیت آب بر روی تخلخل کل خاک در عمق های مختلف 67

عنوان **صفحه**

4-15 اثر کیفیت آب بر روی تخلخل کل خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 68
4-16 اثر کیفیت آب آبیاری بر درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک 70
4-17 مقایسه میانگین های درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک در عمق های مختلف 71
4-18 مقایسه میانگین های درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 72
4-19 اثر کیفیت آب بر روی درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک در عمق های مختلف 73
4-20 اثر کیفیت آب بر روی درصد رطوبت ظرفیت زراعی خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 74
4-21 اثر کیفیت آب آبیاری بر درصد رطوبت نقطه پژمردگی خاک 76
4-22 مقایسه میانگین های درصد رطوبت نقطه پژمردگی در عمق های مختلف خاک 77
4-23 مقایسه میانگین های درصد رطوبت نقطه پژمردگی خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 78
4-24 اثر کیفیت آب بر روی درصد رطوبت نقطه پژمردگی خاک در عمق های مختلف 79
4-25 اثر کیفیت آب بر روی درصد رطوبت نقطه پژمردگی خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 801
4-26 اثر کیفیت آب آبیاری بر تخلخل مؤثر خاک 82
4-27 مقایسه میانگین های تخلخل مؤثر در عمق های مختلف خاک 83
4-28 مقایسه میانگین های تخلخل مؤثر خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 84
4-29 اثر کیفیت آب بر روی تخلخل مؤثر خاک در عمق های مختلف 84
4-30 اثر کیفیت آب بر روی تخلخل مؤثر خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 85
4-31 اثر کیفیت آب آبیاری بر نگهداشت ویژه خاک 88
4-32 مقایسه میانگین های نگهداشت ویژه در عمق های مختلف خاک 89
4-33 مقایسه میانگین های نگهداشت ویژه خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 89
4-34 اثر کیفیت آب بر روی نگهداشت ویژه خاک در عمق های مختلف 90
4-35 اثر کیفیت آب بر روی نگهداشت ویژه خاک در مدت زمان های مختلف آبیاری 91

عنوان **صفحه**

فهرست جداول

فصل چهارم

4-1 بافت خاک تحت آزمایش 51

4-2 نتایج اندازه گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (cm/hr) در عمق های مختلف خاک 52

4-3 آنالیز آماری حاصل از اندازه گیری های هدایت هیدرولیکی اشباع خاک 53

4-4 نتایج اندازه گیری وزن مخصوص ظاهری خاک (g/cm^3) 58

4-5 آنالیز آماری حاصل از اندازه گیری های وزن مخصوص ظاهری خاک 58

4-6 آنالیز آماری حاصل از اندازه گیری های تخلخل کل خاک (%) 63

4-7 آنالیز آماری حاصل از اندازه گیری های تخلخل کل خاک 64

4-8 نتایج اندازه گیری درصد رطوبت ظرفیت زراعی (%) 69

4-9 آنالیز آماری حاصل از اندازه گیری های درصد رطوبت ظرفیت زراعی 69

4-10 نتایج اندازه گیری درصد رطوبت نقطه پژمردگی (%) 75

4-11 آنالیز آماری حاصل از اندازه گیری های درصد رطوبت نقطه پژمردگی 75

4-12 نتایج اندازه گیری تخلخل مؤثر خاک (%) 81

4-13 آنالیز آماری حاصل از اندازه گیری های تخلخل مؤثر خاک 81

4-14 نتایج اندازه گیری نگهداشت ویژه آب خاک (%) 86

4-15 آنالیز آماری حاصل از اندازه گیری های نگهداشت ویژه آب خاک 87

1-1 مقدمه

یکی از عوامل مهمی که حفظ و توسعه کشاورزی اراضی فاریاب را در نواحی خشک محدود می سازد، کمبود آب است. در این راستا، می توان از مصرف آب های با کیفیت پایین یا آب های غیر متعارف برای رفع این تنگنا بهره گرفت. به عبارت دیگر، در شرایطی که آب آبیاری با کیفیت مناسب محدود و کمیاب است، به کارگیری مجدد زه آب ها نه تنها برای استفاده در اراضی فاریاب از قابلیت خاصی برخوردار می باشد، بلکه روش کارآمدی در کاهش امر آلودگی به شمار می آید. به همین جهت، کشاورزی در اکثر سرزمین های خشک وارد دوران نوینی شده است که دیگر توسعه در زمینه منابع جدید آب که دسترسی به آنها و یا توسعه آنها مشروط به احداث و ایجاد تأسیسات آبی عظیم می باشد و یا نیاز به برنامه های عظیم پر هزینه ایجاد کانال های بزرگ آبرسانی دارد، مدنظر نمی باشد. در مقابل، به بهره برداری مناسب تر و بیشتر از آب های موجود و در دسترس، که از نظر کیفیت در رده پایین تر از آب های موجود قرار گرفته اند، توجه شده است. هم اکنون، بهره برداری از آب های با کیفیت پایین در اراضی فاریاب در سطح جهانی رو به ازدیاد است. در حال حاضر کشورهایی نظیر مصر، پاکستان، ایالات متحده امریکا و نظائر آن در سطح گسترده ای از این آب ها استفاده می شود (عابدی و همکاران، 1381).

آب های با کیفیت پایین نظیر زه آب ها، ممکن است محتوی مقادیر فراوانی از انواع نمک های محلول باشند، که هرگاه اراضی فاریاب تحت کشت با این آب ها، بدون توجه به نکات و رعایت اصول مربوط به مصرف زه آب ها، به مدت طولانی آبیاری شوند، در نهایت، در اثر انباشته شدن املاح محلول و یا بروز وضعیت سدیمی خاک در محیط ریشه گیاهان زراعی، لاجرم خسارات جبران ناپذیری، به خاک، گیاه و محیط زیست وارد می گردد. از این رو، این اراضی به صورت خاک های بی حاصل درآمده و در نتیجه، از نظر کاربری به حداقل مقدار ممکن تنزل می یابند. بر این اساس، شرط اصلی در استفاده از آب های غیر متعارف، رعایت اصولی است که نه تنها ادامه

بهره برداری کشاورزی اراضی فاریاب را با حفاظت پایدار از منابع آب و خاک تأمین کند، بلکـه بایـد ضامن بقاء عوامل زیست محیطی برای نسل فعلی و آینده رو به رشد نیز باشد (فیضی،2000).

1-2 هدف

در این پژوهش اهداف زیر در قالب یک طرح آماری دنبال می گردد:

الف- بررسی تأثیر آبیاری با سطوح مختلف اختلاط زه آب و آب رودخانه کارون بر روی خصوصیات هیدرولیکی خاک مانند ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع، وزن مخصوص ظاهری، تخلخل کل، نگهداشت ویژه، تخلخل مؤثر، درصد رطوبت ظرفیت زراعی و درصد رطوبت نقطه پژمردگی دائم خاک،

ب- بررسی تأثیر مدت زمان آبیاری با سطوح مختلف اختلاط زه آب و آب رودخانه کارون بر روی خصوصیات هیدرولیکی خاک، و

ج- بررسی تأثیر آبیاری با سطوح مختلف اختلاط زه آب و آب رودخانه کارون بر روی خصوصیات هیدرولیکی خاک در اعماق مختلف.

2-1 زه آب ها به عنوان بخشی از منابع آب آبیاری

طبق تعریف پسکاد[1] (1992)، گروه آب های با کیفیت پایین شامل تمام آب هایی است که هنگام کاربرد آنها، باید به عملیات مدیریتی پیچیده و مراقبت های رفتاری سخت ومشکل آفرین کاربردی که به همراه دارند، توجه گردد. عنوان نمونه، آب لب شور به خاطر املاح محلول زیاد آن (تا حد 5500 mg/l یا 8 dS/m) جزء آب های با کیفیت پایین در کشاورزی آبی محسوب می شود. لازم به ذکر است که تعیین این حد از شوری از آن جهت است که این طبقه از آب ها تقریباً در حد مرزی مناسب گیاهان مقاوم به شوری قرار می گیرند. بنابراین تمام گروه آب های شور سطحی، آب های زیرزمینی و زه آب های شور کشاورزی در ردیف این گروه آب ها قلمداد می گردد. عامل شوری از مهمترین مؤلفه های تعیین کننده خصوصیات کیفی آب آبیاری به حساب می آید و رابطه تنگاتنگی بین شوری آب آبیاری و شوری اراضی تحت کشت با این آب ها برقرار است. بدین ترتیب به غیر از خصوصیات ویژه ای که برای زه آب ها می توان برشمرد، کلیه معیارهای تعیین کننده صفات کیفی آب، که برای کشاورزی مسئله ساز است، را نیز عیناً می توان برای تعیین خطراتی که از بابت مصرف این گروه از آب ها در کشاورزی آبی مسئله ساز است، در نظر گرفت. از این قبیل عوامل شوری، وضعیت سدیمی در رابطه با نفوذپذیری، نوع کاتیون ها و آنیون ها، مقدار و نسبت آنها و عناصر جزئی ، سمی و سنگین را می توان برشمرد. این مشخصه ها جزء مولفه های اصلی است که تعیین کننده معیارهای کیفی مهم در سنجش زه آب ها در ارتباط با رشد محصولات زراعی نیز می باشد (معصومی[2]،1996). قبل از بحث در مورد هر یک از معیارهای کیفی مزبور، ابتدا بطور مختصر در مورد اصطلاحات و مفاهیم مربوط به خصوصیات کیفی آب آبیاری پرداخته می شود.

[1] Pescod
[2] Massumi

2-1-1 خصوصیات کیفی آب

- آب مطلوب[1]

عموماً به آب شرب و آب آبیاری گفته می شود کـه میـزان غلظـت کـل مـواد جامـد (TDS) آن کمتر از 500 میلی گرم در لیتر(معادل 0/7dS/m) باشد.

- آب آبیاری با کمی شوری[2]

آبی که شوری آن از نظر غلظت کل مواد جامد (TDS) بین 500 تا 1500 میلـی گـرم در لیتـر (معادل 0/8-2/2dS/m) تغییر کند. بعضی از کارشناسان نظیر رودز[3] (1999)، آب آبیاری را در این گروه از آب ها قلمداد می کنند که باید با مدیریت ویژه ای به کار گرفته شوند.

- آب لب شور[4]

آبی که شوری آن از نظر غلظت کل مواد جامد بین 1500 تا5000 میلی گرم در لیتر (2/2-7dS/m) تغییر کند.

- آب شور[5]

آبی که شوری آن از نظر غلظت کل مواد جامد بیش از5000 میلـی گـرم در لیتـر باشـد. عمومـاً زه آب ها و آب های زیرزمینی و آب های لب شور در ردیف آب شور به شمار می آیند، یعنی میـزان TDS آنها بین 1500 تا 7000 میلی گرم در لیتر (2/2-10dS/m) تغییر می کند کـه اکنـون بـه عنوان منابع آب شور مطرح می باشند.

[1] Fresh Water
[2] Marginal Water
[3] Rhoads
[4] Backish Water
[5] Saline Water

- آب نمک[1]

به آب شوری که میزان نمک آن زیاد بوده و غالباً از تبخیر جزئی آب دریا به دست می آید، اطلاق می شود. عموماً TDS آب از 35000 میلی گرم در لیتر (52dS/m) تجاوز می کند (تاجی[2]،1995).

آب از هر منبع طبیعی که سرچشمه گرفته باشد محتوی مقداری املاح خنثی است که مقدار کم و مطلوب این املاح در رشد گیاه موثر می باشد. از آنجاییکه آب مورد استفاده در کشاورزی اراضی واقع در مناطق خشک و نیمه خشک محتوی مقدار فراوان از املاح محلول می باشد و چون گیاه، آب و مواد محلول را مستقل از هم جذب می کند و از آنجاییکه احتیاجات گیاه به املاح با قسمت بسیار کمی از املاح اضافه شده از طریق آبیاری تأمین می گردد، بنابراین در هر آبیاری مقداری از املاح در خاک متراکم می گردد که اگر از شور شدن خاک های تحت کشت آبی جلوگیری به عمل نیاید، طی آبیاری های مکرر و با گذشت زمان مقدار زیادی از املاح مختلف به خاک اضافه شده و به تدریج اراضی کشاورزی ارزش خود را از دست می دهند. مقدار نمک محلول در آب آبیاری عموماً بین 500 تا 3000 میلی گرم در لیتر (0/7-4/2dS/m) و بیشتر تغییر می کند، یعنی به ازاء یک متر ارتفاع آب آبیاری، با شوری مختلف، ممکن است بین 0/5 تا 35 تن املاح در هر سال در هر هکتار در خاک انباشته گردد. این قبیل اراضی سرانجام به اراضی لم یزرع مبدل می گردند. به همین جهت اطلاع از چگونگی کیفیت آب آبیاری و تجزیه و تحلیل آن در بهره برداری اقتصادی از اراضی آبی اهمیت زیاد دارد. اصولاً تراکم املاح محلول در خاک در ارتباط با کیفیت آب آبیاری، مدیریت اجراء و زهکشی مناسب خاک می باشد که تحت هر شرایطی که به افزایش تدریجی املاح محلول در خاک بیانجامد، سرانجام به نقصان عملکرد محصول منتهی

[1] Brine Water
[2] Taji

خواهد شد. بنابراین برای کنترل آن همواره باید سعی کرد که میزان غلظت املاح در زیر حد آستانه ای تحمل گیاه به شوری باشد.

از طرفی، گیاهان نسبت به خصوصیات کیفی و کمی آب شور به مراتب بیشتر از آب های معمولی عکس العمل نشان می دهند. به طوریکه غالب مسائل و مشکلات کشاورزی در اراضی فاریاب از شوری وسدیمی بودن آب آبیاری ناشی می شود. از آنجا که این واکنش تا حدود زیادی تحت تأثیر عملیات مدیریتی در ارتباط با مشخصه آب آبیاری، خاک و گیاه می باشد، بنابرین مصرف این گروه آب ها بدون توجه به نکات مدیریتی مرتبط با آن ها، باعث بروز خسارات جبران ناپذیری بر تمام ابعاد توسعه کشاورزی آبی پایدار خواهد داشت. بنابراین شناخت معیارهای کیفی آب ها و مشخصه های آن ها در انتخاب روش های مدیریتی و عملیات اجرائی آب ها از اولویت خاصی برخوردار بوده و توجه و نهایت دقت مربوطه را می طلبد (غفاری،1377).

2-1-2 خصوصیات هیدرولیکی خاک

2-1-2-1 ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع خاک

ضریب هیدرولیکی در خاک تابع دو عامل اصلی است:

2-1-2-1-1 خصوصیات هیدرولیکی سیال

خصوصیات هیدرولیکی سیال (آب) شامل گرانروی و وزن حجمی آب است. با افزایش وزن حجمی آب و با کاهش گرانروی، ضریب هیدرولیکی آب در خاک افزایش می یابد.

2-1-2-1-2 خصوصیات خاک

خاک دارای منافذ ریز زیاد و تخلخل کل بالا، دارای ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع کمتری نسبت به خاک دارای منافذ درشت و تخلخل پایین می باشد (هیلل[1]،1980).

[1] Hillel

2-1-2-2 تخلخل خاک

تخلخل خاک نمایه ای از تعداد منافذ خاک است. از نظر کمی، تخلخل برحسب نسبت حجم فضای منافذ خاک به حجم کل خاک توصیف می شود. تخلخل در خاک های معمولی حدود 30 تا 60 درصد است. تخلخل در خاک های درشت بافت علیرغم بزرگتر بودن اندازه منافذ کمتر از خاک های ریز بافت می باشد. در بعضی خاک ها مانند خاک های شنی، تخلخل ممکن است کم و بیش ثابت باشد ولی در خاک های رسی به دلیل انقباض و انبساط و تورم و پراکندگی ذرات و درز و ترک، تخلخل بسیار متغیر است. در هر حال باید توجه داشت که تخلخل فقط نشان دهنده حجم نسبی منافذ بوده و هیچگونه اطلاعاتی در مورد اندازه و شکل این منافذ نمی دهد (کلوت[1]،1989).

2-1-2-3 تخلخل مؤثر خاک

تخلخل مؤثر خاک مربوط به منافذی از خاک است که براحتی آب را در اختیار گیاه قرار می دهد. به همین دلیل در یک خاک رسی، هرچند تخلخل کل خاک از خاک با بافت سبک تر، بیشتر است، ولی تخلخل مؤثر خاک با بافت سنگین تر از تخلخل خاک با بافت سبک تر، کمتر است، زیرا خاک رسی در مقابل از دست دادن رطوبت مقاومت نشان می دهد. به همین دلیل گیاه، آب مذکور را راحت جذب نمی کند (گراتن[2]،1993).

2-1-2-4 نگهداشت ویژه آب در خاک

نگهداشت ویژه آب در خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک را بیان می کند یا به عبارت دیگر، نسبت حجم آب باقیمانده در خاک پس از خروج آب ثقلی از خاک به حجم کل خاک (گراتن،1993).

[1] Klute
[2] Grattan

2-2 معیارهای تشخیص خطرات آبیاری با آب شور

2-2-1 شوری

شوری، مهمترین و متداول ترین معیار تعیین کننده کیفیت آب آبیاری قلمداد می شود. اصطلاح شوری به کل یون ها و مولکول های محلول در آب، اعم از آب آبیاری، زهکشی و زیرزمینی اتلاق می شود. ترکیباتی که معرف شوری آب اند، غالباً مرکب از کاتیون های Ca^{+2}، Mg^{+2}، Na^{+} و آنیون های Cl^{-}، SO_4^{-2} و HCO_3^{-} می باشند. عموماً با افزایش شوری آب آبیاری بر شوری خاک نیز اضافه می گردد که شوری خاک عوامل دیگری نظیر ضریب و راندمان آبشویی، ترکیب یونی آب آبیاری و همچنین خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل میزان تراوش، پایداری و یا فروپاشی خاکدانه ها، خواص رطوبتی و زهکشی خاک و میزان آب مصرفی را تحت تأثیر قرار می دهد. بنابراین بیشتر مسائل مربوط به شوری آب آبیاری با آب های شور که از نظر کیفی و کمی، خاک و گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد، ناشی از اثر یون های غالب و سایر یون های موجود و سمت و سوهایی است که این یون ها و نمک های محلول در آب، خاک و گیاه مربوطه بر جای می گذارد (عابدی و همکاران،1381).

2-2-2 سدیم و دشواری نفوذ آب به خاک و عملیات خاک ورزی

منشأ اصلی مشکلات نفوذپذیری و خاک ورزی خاک از افزایش یون سدیم و جذب آن توسط رس های معدنی سرچشمه می گیرد که آن نیز به دلیل خصوصیات شیمیایی یون های دو ظرفیتی نظیر کلسیم نسبت به یون یک ظرفیتی سدیم در آب خاک می باشد. بدین معنی که چون سطوح رس های معدنی موجود در خاک دارای بار منفی اند، کاتیون های دو ظرفیتی مثل کلسیم با قدرت جاذبه ای به مراتب بیشتر نسبت به یون های سدیم که یک ظرفیتی است، جذب این سطوح می گردند و در عمل موجبات اتصال ذرات رس را به یکدیگر فراهم کرده و باعث افزایش شعاع فضاهای ریز در خلل و فرج خاک و در نهایت نفوذ بیشتر آب و هوا به خاک و نیز سهولت آبشویی می گردد. به طور کلی می توان گفت که رس های اشباع شده از کلسیم کمتر از رس های مشابه

اشباع شده با سدیم منبسط می شوند. یا به عکس تحت شرایطی به دلیل اینکه ذرات رس با داشتن بار منفی در سطوح جاذبه خود تمایل به جذب سدیم های تبادلی و به طبع آن جذب آب توأم با آنها در مجاورت سطوح دارای بار منفی را دارند، لاجرم با فراهم شدن شرایط برای جذب بیشتر آب، رس ها در اثر آبگیری متورم شده و منبسط می گردند. این تورم باعث شکستگی و جدا شدن خاکدانه ها و پولکی شدن ذرات خاک شده و در نهایت موجب سهولت در حرکت ذرات رسی می گردد. با حرکت ذرات رسی، حفره های ریز که مسیر عبور آب و هواست، بسته شده که این امر مانع شستشوی املاح محلول خواهد شد. نتیجه آنکه، تنگتر شدن و کاهش اندازه حفره های ریز خاک در نقصان هدایت آبی، هم در خاک های اشباع و غیر اشباع و نیز کاهش میزان نفوذپذیری تأثیر عمده داشته و منشأ مشکلات نفوذپذیری خاک های سدیمی را فراهم می کند (عابدی و همکاران،1381).

2-2-3 اختلالات تغذیه ای

اثرات شوری و سدیمی آب آبیاری که اختلالاتی در تغذیه گیاه ایجاد می کنند، در نهایت قادرند مانع رشد طبیعی محصولات زراعی گردند. چون بعضی از گیاهان از نظر عناصر مورد لزوم، اختلافاتی نسبت به قابلیت جذب بعضی از عناصر غذایی، نشان می دهند، به همین جهت عناصری که از طریق آب آبیاری محتوی این مواد، در سیستم تغذیه ای راه پیدا می کنند، در مختل کردن تغذیه گیاهان تأثیر بسزایی دارند. به طور عموم، کاتیون های پرمصرف عمده ای که در تغذیه گیاه شرکت دارند در درجه اول ازت و فسفر و سپس از نظر مقدار مصرف کاتیون ها به ترتیب عبارتنداز: K^+، Mg^{+2}، Ca^{+2} و S. عناصر کم مصرف به ترتیب غلظت در گیاه عبارتنداز: Cl، B، Fe، Mn، Zn، Cu و Mo (هدایت،1384).

2-2-4 یون های سمی

آب یکی از حلال های بسیار قوی است که محتوی انواع یون ها به مقادیر مختلف می باشد. از آنجا که گیاهان نسبت به کم یا زیادی بعضی یون ها نسبت به برخی دیگر، حساسیت بیشتری نشان

می دهند از این رو، در مواردی که یون های سمی در محیط ریشه از حد معمول تجاوز نمایند آثار سمیت را می توان از طریق کاهش عملکرد تشخیص داد. لیکن در این ارتباط بعضی از گیاهان نسبت به بعضی دیگر حساس تر بوده و در هر نوع نیز طیف از مقدار کم تا مقدار زیاد به چشم می خورد. مثلاً گیاهان دائمی نظیر درختان نسبت به سایر گیاهان از درجه حساسیت کمتری برخوردار می باشند. گیاهان یکساله عموماً آثار مسمومیت را در حد غلظت کمتر از درختان دائمی نشان می دهند. البته واکنش نسبت به سمیت یون های مشخص نظیر بر، کلرید و سدیم در تمام محصولات زراعی به چشم می خورد و هرگاه میزان آنها در آب آبیاری که جذب ریشه می شود زیاد باشد در نهایت باعث مرگ می شود (شیعتی،1378).

2-2-5 عناصر کمیاب و سنگین

تعدادی از عناصر وجود دارند که به مقدار جزئی و اغلب کمتر از چند میلیگرم در لیتر در آب های شور وجود دارند که به اصطلاح عناصر کمیاب خوانده می شوند. این عناصر در تجزیه شیمیایی آب های معمولی ناچیز و قابل اغماض هستند، لیکن هرگاه میزان این عناصر کمیاب و سنگین در آب آبیاری و آب های سطحی زیرزمینی از حد مجاز بالاتر رود برای محصولات کشاورزی و انسان و دام به علت ایجاد مسمومیت خطرآفرین خواهند بود. عموماً عناصر جزئی از سه راه عمل می کنند:

- عناصر جزئی در اثر تراکم تدریجی، گیاهان را دچار مسمومیت می کنند،

- عناصر جزئی که به مقدار زیاد در نسوج گیاهی تراکم یافته اند پس از مصرف آنها توسط انسان یا دام ایجاد مسمومیت می کنند،

- عنصر موجود در آب آبیاری از طریق نفوذ به منطقه ریشه و پیوستن به آب زیرزمینی ممکن است از طریق زه آب ها و یا پمپاژ به آب سطحی برسند و در این صورت از نظر اثراتی که روی حیات وحش و یا مصرف آب آشامیدنی در بهداشت انسان ها دارد، خطرناک باشد. غلظت این عناصر ممکن است در آب های شور به حد بالائی برسد (کلباسی،1376).

2-2-6 مسائل متفرقه

پارامترهای کیفی آب آبیاری به ویژه آب با کیفیت پایین روی محصولات کشاورزی موجب مسائل گوناگونی می شود که در عمل قابل توجه می باشد. با مصرف آب های نامتعارف در گیاهانی که با این آب ها آبیاری می شوند، برگ میری ناشی از اثر گچ و آهن زیاد ظاهر می شود. آثار و علائم مشکوک در رابطه با PH بالا در آب های مصرفی از دیگر صدماتی است که می توان نام برد. اثرات دیگر مربوط به سمیت ازت است که باعث خوابیدگی محصول و نیز در غلات موجب دیر به بذر نشستن زراعت می گردد. بعضی آثار و علائم ذکر شده در مصرف آب های زیرزمینی که محتوی بعضی از این مواد به مقدار زیادی هستند، بیشتر بروز می کند. در بعضی موارد دیگر، هرگاه مسیر انتقال آب آبیاری در بسترهائی باشد که دارای املاح محلول مشکل زا هستند، عموماً طی گذشت زمان به تدریج اثرات خود را در آب های جاری بر جای گذاشته و در نهایت موجب بروز مشکلات می شود. بنابراین، کارشناسان باید همیشه مراقب باشند تا بتوانند به موقع در جلوگیری و یا تصحیح بروز مسئله به موقع عمل نمایند. چون آب های شور به علت دارا بودن غلظت بعضی از یون ها می توانند احتمالاً پتانسیل بالقوه ای در بروز مشکلات در خاک و محصول داشته باشند، بنابراین با توجه به شرایط خاک، دوره رشد، شرایط اقلیمی و به ویژه غلظت یون های سمی موجود در آب، توجه بیشتری را طلب می کند (ملکوتی و همکاران،1383).

2-3 مدیریت بهره برداری از آب شور

گرچه گزینه های مختلفی در کشاورزی با آب شور ممکن است وجود داشته باشد که آبیار در انتخاب آنها برای رسیدن به هدف نهایی یعنی برداشت محصول رضایت بخش مختار می باشد، لیکن از نظر اهمیت و اولویت در انتخاب هریک از آنها، بعضی نظیر وجود و عملکرد یک سیستم زهکشی کامل در اراضی آبی از ارجحیت ممتازی برخوردار می باشد. بنابراین انتخاب و کارائی یک سیستم آبیاری - زهکشی کارآمد در همه حال می تواند از گزینه های اولیه در طرح های کشاورزی