

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 12180-1:2017
ISO 16075-1:2015**

**HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG NƯỚC THẢI ĐÃ XỬ LÝ CHO
CÁC DỰ ÁN TƯỚI - PHẦN 1: CƠ SỞ CỦA MỘT DỰ ÁN
TÁI SỬ DỤNG CHO TƯỚI**

*Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects -
Part 1: The basis of a reuse project for irrigation*

HÀ NỘI - 2017

Mục lục

	Trang
Lời giới thiệu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	8
3 Thuật ngữ, định nghĩa và các từ viết tắt.....	8
4 Cải thiện chất lượng và việc sử dụng nước thải đã xử lý.....	18
5 Cơ sở của các dự án tái sử dụng nước cho tưới.....	18
6 Các yếu tố ảnh hưởng đối với các dự án tưới TWW: chất lượng nước, khí hậu và đất.....	19
6.1 Khát quát.....	19
6.2 Chất lượng nước.....	19
6.3 Khí hậu.....	22
6.4 Đất.....	23
7 Ảnh hưởng khác nhau lên sức khỏe cộng đồng, đất, cây trồng và nguồn nước.....	25
7.1 Các ảnh hưởng lên sức khỏe cộng đồng.....	25
7.2 Các ảnh hưởng lên đất và cây trồng.....	26
7.3 Các ảnh hưởng lên các nguồn nước.....	32
Phụ lục A (tham khảo) Ví dụ các tiêu chí khí hậu và đất.....	36
Phụ lục B (tham khảo) Ví dụ về mức dinh dưỡng tối đa và yếu tố độ mặn trong TWW để tưới.....	37
Phụ lục C (tham khảo) Ví dụ các nhóm nhạy của nước dưới đất.....	41
Thư mục tài liệu tham khảo.....	43

TCVN 12180-1:2017

Lời nói đầu

TCVN 12180-1:2017 hoàn toàn tương đương với ISO 16075-1:2015.

TCVN 12180-1:2017 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 282 *Tái sử dụng nước* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 12180 (ISO 16075), *Hướng dẫn sử dụng nước thải đã xử lý cho các dự án tưới* gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 12180-1:2017 (ISO 16075-1:2015), Phần 1: Cơ sở của một dự án tái sử dụng cho tưới;
- TCVN 12180-2:2017 (ISO 16075-2:2015), Phần 2: Xây dựng dự án;
- TCVN 12180-3:2017 (ISO 16075-3:2015), Phần 3: Các hợp phần của dự án tái sử dụng cho tưới.

Bộ ISO 16075, *Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects* còn có tiêu chuẩn sau:

- ISO 16075-4:2017, Part 4: Monitoring

Lời giới thiệu

Nỗ lực kiểm soát việc khan hiếm nước và ô nhiễm nước ở nhiều quốc gia ngày càng tăng đã thúc đẩy việc xử lý nước thải đô thị và nước thải công nghiệp phù hợp kinh tế để bổ sung cho hệ thống cung cấp nước, đặc biệt khi so sánh với các giải pháp thay thế đắt tiền như khử muối hoặc phát triển các nguồn nước mới bao gồm đập và hồ chứa. Việc tái sử dụng nước làm việc khép kín chu trình nước tại một điểm gần các thành phố trở nên khả thi bằng cách sản xuất ra "nước mới" từ nước thải đô thị và giảm lượng nước thải ra môi trường.

Một khái niệm mới quan trọng trong việc tái sử dụng nước là cách tiếp cận "phù hợp với mục tiêu", đòi hỏi chất lượng của nước tái sử dụng phải phù hợp với yêu cầu của người sử dụng cuối cùng. Trong trường hợp nước phục hồi dùng cho tưới, chất lượng của nước phục hồi có thể tạo ra sự thích ứng của loại cây trồng phát triển. Do đó, các ứng dụng được hưởng lợi của nước tái sử dụng là để điều chỉnh mức độ xử lý nước thải cần thiết và, ngược lại, độ tin cậy của quá trình và hoạt động cải tạo nước thải.

Nước đã xử lý có thể sử dụng trong nhiều mục đích khác nhau không bao gồm cho ăn uống. Các ứng dụng chính của nước thải đã xử lý (còn gọi là nước phục hồi hoặc nước tái chế) bao gồm tưới nông nghiệp, tưới cảnh quan, tái sử dụng cho công nghiệp và tái nạp vào nguồn nước dưới đất. Một số ứng dụng gần đây cũng đang phát triển nhanh chóng đó là sử dụng vào các hoạt động khác nhau của đô thị, sử dụng vào các mục đích giải trí và môi trường, và sử dụng trực tiếp hoặc gián tiếp vào mục đích ăn uống.

Hệ thống tưới nông nghiệp đã, đang và sẽ là nguồn tiêu thụ nước tái sử dụng lớn nhất với những lợi ích được công nhận và đóng góp vào an ninh lương thực. Việc tái sử dụng nước đô thị, cụ thể là tưới cảnh quan, phát triển nhanh và sẽ đóng một vai trò quan trọng cho sự bền vững của các thành phố trong tương lai, bao gồm giảm năng lượng, cải thiện sức khỏe và hạnh phúc của người dân và cải thiện môi trường.

Cần lưu ý rằng tính phù hợp của nước thải được xử lý cho từng mục đích tái sử dụng cụ thể phụ thuộc vào tính tương thích giữa lượng nước thải sẵn có (thể tích) và nhu cầu tưới nước trong suốt cả năm, cũng như chất lượng nước và các yêu cầu sử dụng cụ thể. Việc tái sử dụng nước cho tưới có thể gây ra một số rủi ro đối với sức khỏe và môi trường, tùy thuộc vào chất lượng nước, phương pháp sử dụng nước tưới, đặc điểm đất, các điều kiện khí hậu và thực tiễn nông học. Do đó, sức khỏe cộng đồng và các tác động bất lợi về nông nghiệp và môi trường tiềm ẩn được coi là các yếu tố ưu tiên trong việc phát triển thành công các dự án tái sử dụng nước cho tưới. Để ngăn ngừa các tác động bất lợi tiềm tàng đó, việc xây dựng và áp dụng các tiêu chuẩn hướng dẫn về tái sử dụng nước thải đã xử lý là rất cần thiết.

Các yếu tố chính về chất lượng nước quyết định tính phù hợp của nước thải đã xử lý để tưới là hàm lượng mầm bệnh, độ mặn, nồng độ natri, độc tính của các ion cụ thể, các nguyên tố hóa học và chất dinh dưỡng khác. Các cơ quan y tế địa phương có trách nhiệm thiết lập các giá trị ngưỡng về chất

TCVN 12180-1:2017

lượng nước tùy thuộc vào việc sử dụng hợp pháp và họ cũng có trách nhiệm xác định các qui tắc thực hành có tính đến các đặc điểm địa phương để đảm bảo sức khỏe và bảo vệ môi trường.

Từ quan điểm nông học, giới hạn chính trong việc sử dụng nước thải đã xử lý để tưới là từ chính chất lượng của nó. Không giống như nước cung cấp cho các mục đích sinh hoạt và công nghiệp, nước thải đã xử lý có hàm lượng các chất vô cơ và chất hòa tan (tổng lượng muối hòa tan, natri, clorua, bo, và kim loại nặng) cao hơn, có thể gây hại cho đất và cây trồng. Muối hòa tan không loại bỏ được bằng các công nghệ xử lý nước thải truyền thống và quản lý tốt phù hợp, các phương pháp nông học và tưới được sử dụng để tránh hoặc giảm thiểu các tác động tiêu cực tiềm ẩn.

Sự có mặt của các chất dinh dưỡng (đạm, lân, và kali) có thể có ích trong việc sử dụng phân bón tiết kiệm. Tuy nhiên, lượng chất dinh dưỡng cung cấp bởi nước thải đã xử lý theo thời gian tưới không đồng bộ với yêu cầu của cây trồng và sự có sẵn của chất dinh dưỡng phụ thuộc vào các dạng hoá học của nó.

Tiêu chuẩn này cung cấp hướng dẫn cho việc vận hành, quan trắc và duy trì tốt các dự án tái sử dụng nước đối với sức khỏe, thủy văn và môi trường cho các hoạt động tưới có hạn chế tiếp cận và không hạn chế tiếp cận cho cây trồng nông nghiệp, vườn và các khu cảnh quan có sử dụng nước thải đã xử lý. Chất lượng nước thải đã xử lý phải phản ánh được khả năng sử dụng dựa trên độ nhạy của cây trồng (về mặt sức khỏe và nông học), các nguồn nước (độ nhạy về mặt thủy văn của vùng dự án), đất, và các điều kiện khí hậu.

Tiêu chuẩn này đề cập đến các yếu tố liên quan đến các dự án tái sử dụng nước dùng cho tưới bất kể quy mô, vị trí, và độ phức tạp. Các yếu tố này được áp dụng cho các mục đích sử dụng dự kiến của nước thải đã xử lý trong một dự án nhất định, ngay cả khi việc sử dụng đó sẽ được thay đổi trong thời gian hoạt động của dự án; như là kết quả của những thay đổi trong bản thân dự án hoặc trong luật áp dụng.

Các yếu tố chính trong việc đảm bảo sức khỏe, môi trường và an toàn của các dự án tái sử dụng nước trong tưới là:

- Quan trắc chặt chẽ chất lượng nước thải đã xử lý để đảm bảo hệ thống hoạt động theo hoạch định và thiết kế;
- Hướng dẫn thiết kế và duy trì hệ thống tưới để đảm bảo hoạt động lâu dài của hệ thống;
- Tính tương thích giữa chất lượng nước thải đã xử lý, phương pháp phân phối, đất và cây trồng dự kiến để đảm bảo sử dụng hiệu quả đất và không gây tác hại đến sự phát triển của cây trồng;
- Tính tương thích giữa chất lượng nước thải đã xử lý và việc sử dụng nó để ngăn ngừa hoặc giảm thiểu khả năng nhiễm bẩn các nguồn nước dưới đất hoặc nước mặt.

Hướng dẫn sử dụng nước thải đã xử lý cho các dự án tưới – Phần 1: Cơ sở của một dự án tái sử dụng cho tưới

Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects –

Part 1: The basic of a reuse project for irrigation

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này bao gồm các hướng dẫn cho việc phát triển và thực hiện các dự án dự định sử dụng nước thải đã xử lý (TWW) cho tưới và xem xét các thông số về khí hậu và đất.

Tiêu chuẩn này nhằm cung cấp các thông số kỹ thuật cho tất cả các yếu tố của một dự án sử dụng TWW cho tưới, bao gồm cả thiết kế, vật liệu, xây dựng và hiệu suất khi sử dụng cho các mục đích sau:

- Tưới không hạn chế tiếp cận cho cây trồng nông nghiệp;
- Tưới hạn chế tiếp cận cho cây trồng nông nghiệp;
- Tưới cho các khu vườn và các khu vực cảnh quan cộng đồng và tư nhân, bao gồm cả công viên, sân chơi thể thao, sân gôn, nghĩa trang v.v...;
- Tưới cho các vườn cá nhân.

Các tiêu chuẩn này nhằm hỗ trợ vì lợi ích của người sử dụng TWW để tưới. Các tiêu chuẩn liên quan đến các phạm vi phổ biến của chất lượng nước chứ không phải là cho những phạm vi đặc biệt hoặc độc nhất và hướng đến việc sử dụng của các đơn vị chuyên nghiệp, như các công ty tưới (nhà thiết kế và điều hành), cán bộ khuyến nông hoặc cố vấn, các công ty nước (nhà thiết kế và điều hành), và chính quyền địa phương. Việc sử dụng các hướng dẫn này cho nông dân có thể cần bổ sung các thông số kỹ thuật.

Tiêu chuẩn này không dùng để chứng nhận.

Các hướng dẫn này đề xuất các thông số cho chất lượng của TWW. Các thông số này bao gồm:

- Các thông số nông học: chất dinh dưỡng (đạm, lân và kali) và các yếu tố độ mặn (tổng hàm lượng muối, nồng độ clorua, bo và natri);
- Các thông số nguyên tố hóa học khác (kim loại nặng);

TCVN 12180-1:2017

– Các thông số vi sinh.

Mỗi thông số này có thể có ảnh hưởng đến cây trồng, đất, và sức khỏe cộng đồng. Tiêu chuẩn này thảo luận về khả năng ngăn ngừa sự có mặt của các chất nhiễm bẩn trong quá trình tạo ra nước thải và khả năng loại bỏ chúng trong quá trình xử lý.

Các chất gây ô nhiễm mới xuất hiện (dư lượng của các sản phẩm dược phẩm và các sản phẩm chăm sóc cá nhân) nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn này vì hiện nay các chất này không được quy định trong bất kỳ tiêu chuẩn nào.

Cần thiết kế dự phù hợp với chất lượng dịch tể của TWW để tránh lây truyền bệnh do các tác nhân gây bệnh trong nước.

Việc sử dụng tiêu chuẩn này được khuyến khích để đảm bảo sự nhất quán trong mọi tổ chức tham gia vào việc sử dụng nước thải đã xử lý.

Tiêu chuẩn này cung cấp cơ sở cho việc thiết kế, vận hành, quan trắc, và duy trì hệ thống tưới sử dụng nước thải đã xử lý phù hợp với sức khỏe, thủy văn, môi trường và nông học.

Tiêu chuẩn này không nhằm ngăn ngừa việc tạo ra các tiêu chuẩn hoặc hướng dẫn cụ thể hơn có đáp ứng tốt hơn cho các vùng, khu vực hoặc tổ chức cụ thể. Nếu văn bản đó được lập, cần tham khảo tiêu chuẩn này để đảm bảo tính thống nhất trong toàn bộ cộng đồng xử lý nước thải được xử lý.

2 Tài liệu viện dẫn

Không có tài liệu viện dẫn.

3 Thuật ngữ, định nghĩa và các từ viết tắt

3.1 Thuật ngữ chung

3.1.1

Tầng chứa nước (aquifer)

Tầng chứa dưới đất của đá thấm ngậm nước hoặc các vật liệu cố kết (sỏi, cát, hoặc bùn) mà từ đó nước dưới đất có thể được chiết xuất ra.

3.1.2

Nước nền (background water)

Nước ngọt (3.1.10) được cung cấp để sử dụng cho sinh hoạt, công sở, thương mại và công nghiệp, mà từ đó *nước thải* (3.1.22) được tạo ra.

3.1.3

Giải pháp ngăn chặn (barrier)

Bất kỳ các giải pháp làm giảm hoặc ngăn ngừa các nguy cơ lây nhiễm cho con người bằng cách ngăn ngừa sự tiếp xúc TWW và sản phẩm ăn được, hoặc các giải pháp khác, ví dụ, giảm nồng độ vi sinh vật trong TWW hoặc ngăn chặn sự tồn tại của chúng trên sản phẩm ăn được.

3.1.4**Môi trường (environment)**

Những thứ bao quanh nơi hoạt động của một *tổ chức* (3.1.13) bao gồm không khí, nước, đất đai, tài nguyên thiên nhiên, hệ thực vật, hệ động vật, con người và mối quan hệ qua lại giữa chúng.

3.1.5**Khía cạnh môi trường (environmental aspect)**

Yếu tố của các hoạt động, các dự án, hoặc các *sản phẩm* (3.1.15) của một *tổ chức* (3.1.13) có tương tác với *môi trường* (3.1.4).

3.1.6**Tác động môi trường (environmental impact)**

Bất kỳ thay đổi đối về chất lượng môi trường, dù là bất lợi hoặc có lợi, toàn bộ hoặc một phần do các hoạt động, dự án, hoặc các *sản phẩm* (3.1.15) của một *tổ chức* (3.1.13).

3.1.7**Thông số môi trường (environmental parameter)**

Thuộc tính định lượng của một *khía cạnh môi trường* (3.1.5).

3.1.8**Cây trồng dùng làm thức ăn chăn nuôi (fodder crops)**

Cây trồng không dùng cho con người, ví dụ như cỏ và thức ăn gia súc, sợi, cây cảnh, hạt, rừng và các loại cỏ khác.

3.1.9**Cây trồng dùng làm thực phẩm (food crops)**

Cây trồng dùng làm thức ăn cho con người, thường được phân loại là cây lương thực dùng để nấu, chế biến, hoặc dùng để ăn sống.

3.1.10**Nước ngọt (freshwater)**

Nước xuất hiện tự nhiên trên bề mặt trái đất (trong băng đá, hồ, sông, và suối) và dưới đất như nước ngầm trong các *tầng chứa nước* (3.1.1).

CHÚ THÍCH 1: Nước ngọt bao gồm nước biển và nước lợ đã khử muối nhưng không bao gồm nước biển và nước lợ.

3.1.11**Dự án tưới (irrigation project)**

Quá trình thiết kế, triển khai, xây dựng, lựa chọn thiết bị, vận hành, và quan trắc các hoạt động để cung cấp TWW để tưới phù hợp.

3.1.12

Nước không uống được (non-potable water)

NPW

Nước không đạt chất lượng nước uống.

CHÚ THÍCH 1: Thuật ngữ này thường dùng để chỉ *nước thải* (3.1.22) hoặc TWW nhưng cũng có thể bao gồm cả các loại nước khác không đạt chất lượng nước uống.

3.1.13

Tổ chức (organization)

Nhóm người hoặc cơ sở có sự chỉ định về trách nhiệm, thẩm quyền và các mối quan hệ.

3.1.14

Quá trình (process)

Tập hợp các hoạt động liên quan hoặc tương tác với nhau để biến đổi đầu vào thành các đầu ra.

CHÚ THÍCH 1: Đầu vào của một quá trình thường là các đầu ra của các quá trình khác.

CHÚ THÍCH 2: Các quá trình của một *tổ chức* (3.1.13) thường được lập kế hoạch và thực hiện trong các điều kiện được kiểm soát nhằm gia tăng giá trị.

3.1.15

Sản phẩm (product)

Mọi hàng hóa và dịch vụ.

CHÚ THÍCH 1: Điều này bao gồm các hàng hoá hoặc dịch vụ được kết nối với nhau và/hoặc có liên quan lẫn nhau.

3.1.16

Khía cạnh về sức khỏe cộng đồng (public health aspect)

Yếu tố về các hoạt động, các dự án hoặc các *sản phẩm* (3.1.15) của một *tổ chức* (3.1.13) có thể tương tác với sức khỏe cộng đồng.

3.1.17

Tác động đến sức khỏe cộng đồng (public health impact)

Bất kỳ thay đổi đối với sức khỏe cộng đồng dù là bất lợi hoặc có lợi, toàn bộ hay một phần, do các hoạt động, các dự án hoặc các *sản phẩm* (3.1.15) của một *tổ chức* (3.1.13).

3.1.18

Thông số về sức khỏe cộng đồng (public health parameter)

Thuộc tính định lượng của một *khía cạnh về sức khỏe cộng đồng* (3.1.16).

3.1.19

Đất (soil)

Lớp vật liệu có kết cấu bao gồm các hạt vật liệu phong hóa, vật chất hữu cơ đã chết và còn sống, không khí, và *dung dịch đất* (3.1.20).

3.1.20**Dung dịch đất (soil solution)**

Pha lỏng của đất (3.1.19) và chất hòa tan của đất.

3.1.21**Bên liên quan (stakeholder)**

Cá nhân, nhóm hoặc tổ chức (3.1.13) có quan tâm đến một tổ chức hoặc hoạt động.

CHÚ THÍCH 1: Thông thường, bên liên quan có thể gây ảnh hưởng hoặc bị ảnh hưởng bởi tổ chức và hoạt động.

3.1.22**Nước thải (wastewater)**

Nước thải được thu gom từ các đô thị có thể bao gồm nước đã qua sử dụng từ các nguồn sinh hoạt, cơ quan, thương mại hoặc công nghiệp và có thể bao gồm cả nước mưa.

3.1.23**Tái sử dụng nước (water reuse)**

Sử dụng nước thải đã xử lý vào mục đích có lợi.

CHÚ THÍCH 1: Tái sử dụng nước đồng nghĩa với phục hồi nước và tái chế nước.

3.2 Sử dụng nước thải đã xử lý (TWW)**3.2.1****Nông nghiệp (agriculture)**

Khoa học hoặc thực tiễn canh tác, bao gồm cả việc canh tác đất (3.1.19) để trồng trọt và chăn nuôi nhằm cung cấp thực phẩm hoặc các sản phẩm (3.1.15) khác.

3.2.2**Cảnh quan (landscape)**

Tất cả các đặc điểm nhìn thấy được của một khu đất, thường được nhìn nhận bằng sự lôi cuốn thẩm mỹ của khu đất, ví dụ như các khu vườn công cộng và tư nhân, công viên, và thảm thực vật bao gồm bãi cỏ và khu vui chơi giải trí.

3.2.3**Tưới khu vực hạn chế tiếp cận (restricted irrigation)**

Sử dụng TWW cho việc ứng dụng không dùng làm nước uống ở những nơi mà sự tiếp cận cộng đồng bị kiểm soát hoặc bị hạn chế bằng các giải pháp ngăn chặn công trình hoặc thể chế.

3.2.4**Tưới đô thị hạn chế tiếp cận (restricted urban irrigation)**

Tưới ở các khu vực mà sự tiếp cận của cộng đồng trong quá trình tưới có thể kiểm soát được, ví dụ như một số sân gôn, nghĩa trang, và dải phân cách của đường cao tốc.

TCVN 12180-1:2017

3.2.5

Tưới khu vực không hạn chế tiếp cận (unrestricted irrigation)

Sử dụng TWW cho việc ứng dụng không dùng làm nước uống ở những nơi mà sự tiếp cận của cộng đồng không bị hạn chế.

3.2.6

Tưới đô thị không hạn chế tiếp cận (unrestricted urban irrigation)

Tưới ở các khu vực mà sự tiếp cận của cộng đồng trong quá trình tưới không bị hạn chế, như các khu vườn hoặc sân chơi.

3.3 Chất lượng nước thải

3.3.1

Loại A: TWW có chất lượng rất cao (category A: very high quality TWW)

Nước thải thô (3.3.6) đã xử lý lý học và sinh học, *lọc* (3.5.3) và *khử trùng* (3.5.2), và chất lượng của loại nước thải đã xử lý này được mô tả tại TCVN 12180-2 (ISO 16075-2)^[1], Bảng 1.

3.3.2

Loại B: TWW có chất lượng cao (category B: high quality TWW)

Nước thải thô (3.3.6) đã xử lý lý học và sinh học, *lọc* (3.5.3) và *khử trùng* (3.5.2), và chất lượng của loại nước thải đã xử lý này được mô tả tại TCVN 12180-2 (ISO 16075-2)^[1], Bảng 1.

3.3.3

Loại C: TWW có chất lượng tốt (category C: good quality TWW)

Nước thải thô (3.3.6) đã xử lý lý học và sinh học, và chất lượng của loại nước thải đã xử lý này được mô tả tại TCVN 12180-2 (ISO 16075-2)^[1], Bảng 1.

3.3.4

Loại D: TWW có chất lượng trung bình (category D: medium quality TWW)

Nước thải thô (3.3.6) đã xử lý lý học và sinh học, và chất lượng của loại nước thải đã xử lý này được mô tả tại TCVN 12180-2 (ISO 16075-2)^[1], Bảng 1.

3.3.5

Loại E: TWW có chất lượng thấp (category E: extensively TWW)

Nước thải thô (3.3.6) đã qua quá trình xử lý sinh học tự nhiên với thời gian lưu dài (tối thiểu từ 10 ngày đến 15 ngày), và chất lượng của loại nước thải đã xử lý này được nêu tại TCVN 12180-2 (ISO 16075-2)^[1], Bảng 1.

3.3.6

Nước thải thô (raw wastewater)

Nước thải (3.1.22) chưa qua bất kỳ một qui trình xử lý nào.

3.3.7

Coliform đường ruột chịu nhiệt (thermo-tolerant coliforms)

Nhóm vi khuẩn có trong *môi trường* (3.1.4) thường chỉ thị sự nhiễm bẩn do phân (trước đây gọi là coliform phân).

CHÚ THÍCH 1: Để xác định chất lượng của TWW, có thể xét nghiệm E.coli hoặc coliform phân, vì sự khác biệt của hai giá trị này là không đáng kể.

3.4 Hệ thống tưới

3.4.1

Vòi phun dạng phụt (boom sprinkler)

Máy tưới phun di động (3.4.11) gồm 2 đường ống đối xứng (cần trục), vòi vòi phun được phân bố trên mỗi ống, tác động phun nước được thực hiện bằng một súng phun nước đặt ở mỗi đầu của cả hai đường ống; các vòi phun hoạt động thông qua hiệu suất phản ứng (tương tự ống lót thủy lực) làm quay trục với tốc độ mong muốn.

3.4.2

Máy tưới di chuyển ngang và trục trung tâm (center-pivot and moving lateral irrigation machine)

Máy tưới tự động bao gồm một số tháp tự đẩy hỗ trợ đường ống xoay quanh trục và qua đó nước cung cấp tại điểm trục quay chảy hướng ra bên ngoài để phân bố bằng máy phun hoặc *vòi phun* (3.4.24) nằm dọc theo đường ống.

3.4.3

Đầu tưới (emitter)

Ống tưới (emitting pipe)

Ống nhỏ giọt (dripper)

Thiết bị được lắp vào một hệ thống tưới và nhằm cấp nước dưới dạng giọt hoặc dòng chảy liên tục với tốc độ dòng chảy không quá 15 L/h, trừ trường hợp trong quá trình sử dụng.

3.4.4

Hệ thống tưới tự chảy (gravity flow irrigation system)

Hệ thống tưới (3.4.8), mà nước được tưới trực tiếp vào bề mặt đất (3.1.19) và không có áp.

3.4.5

Đầu tưới lắp nối tiếp (in-line emitter)

Đầu nước (3.4.3) được dùng để lắp đặt giữa hai đoạn ống dẫn dài trong một hệ thống tưới nước ngang.

3.4.6

Súng tưới (irrigation gun)

Thiết bị cấp nước lớn bao gồm một phần vòng tròn hoặc toàn bộ vòng tròn phun nước.

3.4.7

Vòi nước phun sương (irrigation sprayer)

Thiết bị cấp nước dưới dạng những tia nhỏ hoặc dạng hình quạt mà các bộ phận của nó không có các chuyển động quay.

3.4.8

Hệ thống tưới (irrigation system)

Cụm các đường ống, các bộ phận và thiết bị được lắp đặt trên đồng ruộng nhằm mục đích tưới cho một khu vực cụ thể.

3.4.9

Hệ thống tưới micro (micro-irrigation system)

Hệ thống có khả năng cung cấp nước dạng giọt, dòng nhỏ, hoặc phun sương cho cây.

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống tưới nhỏ giọt trên mặt đất và dưới mặt đất và tưới phun micro (3.4.10) là những loại chính của hệ thống này.

3.4.10

Hệ thống tưới phun sương micro (micro-spray irrigation system)

Hệ thống được đặc trưng bởi các điểm cấp nước giống như vòi phun nước thu nhỏ (các vòi phun micro), được đặt dọc hai bên, với tốc độ dòng từ 30 L/h đến 150 L/h tại các cột áp từ 15 m đến 25 m và diện tích được làm ướt tương ứng từ 2 m đến 6 m.

3.4.11

Máy tưới phun linh động (mobile sprinkling machine)

Máy phun tự động di chuyển trên mặt đất (3.1.19) trong quá trình tưới nước.

3.4.12

Đầu tưới trực tuyến (on-line emitter)

Đầu tưới (3.4.3) dùng để lắp đặt trên thành một ống ngang của hệ thống tưới nước, trực tiếp hoặc gián tiếp bằng các phương tiện ví dụ như ống dẫn.

3.4.13

Hệ thống ống dẫn đục lỗ (perforating pipe system)

Đầu tưới (đầu tưới/ống tưới), ống liên tục, và ống vòi hoặc ống dẫn kể cả ống có khả năng gấp gọn, có các lỗ, nhằm cấp nước dưới dạng giọt hoặc dòng liên tục với tốc độ cấp nước không quá 15 L/h cho mỗi đơn vị cấp nước.

3.4.14

Hệ thống cố định (permanent system)

Hệ thống tưới cố định (vòi phun) mà các vị trí đặt vòi phun được cố định cứng bởi các hệ thống tưới được lắp đặt bán cố định hoặc cố định, ví dụ hệ thống tưới liên khối, hệ thống tưới chôn dưới đất.

3.4.15**Hệ thống di động (portable system)**

Hệ thống mà tất cả hoặc một phần của mạng lưới có thể di chuyển được.

3.4.16**Hệ thống tưới có áp (pressurized irrigation system)**

Hệ thống mạng lưới ống có áp suất.

3.4.17**Vòi phun quay (rotating sprinkler)**

Thiết bị phân phối nước qua một khu vực tròn hoặc một phần của một khu vực tròn bằng chuyển động quay quanh trục thẳng đứng của nó.

3.4.18**Hệ thống tự di chuyển (self-moved system)**

Hệ thống mà ống ngang được gắn kết qua tâm của một dãy các bánh xe và được di chuyển như một tổng thể.

CHÚ THÍCH 1: *Vòi phun quay* (3.4.17) được đặt ở ống ngang (còn gọi là bánh xe di chuyển).

3.4.19**Súng phun cần trục tự đẩy (self-propelled gun traveler)**

Súng phun nước trên xe đẩy hoặc tấm trượt được gắn vào cuối của ống vòi/ống mềm.

3.4.20**Hệ thống bán cố định (semi-permanent system)**

Tương tự như *hệ thống bán di động* (3.4.21) nhưng với các ống ngang di động và nhà máy bơm, ống dẫn chính, và ống dẫn phụ cố định.

3.4.21**Hệ thống bán di động (semi-portable system)**

Tương tự như *hệ thống di động* (3.4.15), ngoại trừ nguồn nước và nhà máy bơm được cố định.

3.4.22**Hệ thống lắp đặt theo đợt (solid-set system)**

Mạng lưới cố định tạm thời, trong đó các ống ngang được bố trí trên đồng ruộng trong suốt mùa tưới.

3.4.23**Phun sương (spray)**

Xả nước từ *vòi phun* (3.4.24).

3.4.24**Vòi phun (sprinkler)**

Thiết bị phân phối nước có nhiều loại và kích cỡ khác nhau, ví dụ, vòi phun tác động, vòi phun cố định, vòi phun sương, *súng tưới* (3.4.6).

TCVN 12180-1:2017

3.4.25

Hệ thống tưới phun (sprinkler irrigation system)

Hệ thống tưới (3.4.8) gồm vòi phun (3.4.24).

3.4.26

Hệ thống vòi phun cố định (stationary sprinkler system)

Mạng lưới các vòi phun (3.4.24) cố định.

3.4.27

Máy tưới cần trục (traveler irrigation system)

Máy được thiết kế để tưới cho một cánh đồng một cách tuần tự, từng dãy một, trong khi di chuyển trên cánh đồng.

3.5 Các hợp phần liên quan đến hệ thống xử lý nước thải

3.5.1

Khử trùng bổ sung (additional disinfection)

Quá trình khử trùng (3.5.2) của TWW trong một dự án tái sử dụng nước (3.1.23) nhằm nâng cao chất lượng của TWW trước khi dùng để tưới.

3.5.2

Khử trùng (disinfection)

Quá trình (3.1.14) phá hủy, khử hoạt tính hoặc loại bỏ vi sinh vật.

3.5.3

Lọc (filtration)

Quá trình (3.1.14) hoặc thiết bị để loại bỏ vật liệu rắn hoặc vật liệu dạng keo trong nước thải (3.1.22) bằng cách bẫy các hạt và loại bỏ chúng.

3.5.4

Lọc màng (membrane filtration)

Lọc (3.5.3) bằng màng có kích thước lỗ rỗng bằng hoặc nhỏ hơn 0,45 µm.

CHÚ THÍCH: Có thể coi quá trình lọc màng như quá trình khử trùng (3.5.2), dựa theo đơn vị logarit của sự giảm mầm bệnh mà nó đạt được.

3.5.5

Công trình lưu chứa (reservoir)

Hệ thống lưu trữ tạm thời TWW chưa được sử dụng tùy theo nhu cầu tưới và cấp của nhà máy xử lý.

CHÚ THÍCH 1: Dưới đây là các loại công trình lưu chứa có thể sử dụng:

- Các công trình lưu chứa hở thường sử dụng để lưu trữ ngắn hạn với thời gian lưu trữ từ một ngày đến hai tuần;
- Các công trình lưu chứa kín dùng trong lưu trữ ngắn hạn để hạn chế sự tái phát triển của vi khuẩn và sự nhiễm bẩn từ bên ngoài thường dùng với thời gian trữ từ 0,5 ngày đến một tuần;

- c) Các công trình lưu chứa bề mặt để trữ TWW dài hạn hoặc theo mùa để tích lũy nước trong thời gian mà lượng cung cấp của nhà máy xử lý cao hơn nhu cầu tưới và để đáp ứng các yêu cầu về tưới khi nhu cầu cao hơn lượng cung cấp của nhà máy. Thời gian trữ nước thay đổi theo mùa;
- d) Lưu trữ và phục hồi tầng chứa nước để lưu trữ dài hạn, thường được kết hợp với xử lý tầng chứa nước (thông qua các lưu vực xâm nhập). Thời gian trữ nước cũng là một biến số bị ảnh hưởng bởi lượng cung cấp TWW và nhu cầu tưới. Tầng chứa nước này không được tham gia vào việc tái nạp tầng chứa nước cho việc sử dụng nước làm nước uống.

3.5.6

Lưu trữ (storage)

Giữ tạm thời TWW nhưng chưa tái sử dụng trong thời gian ngắn hạn hoặc dài hạn trước khi cung cấp cho việc sử dụng trong *hệ thống tưới* (3.4.8)

3.5.7

Trạm bơm và hệ thống vận chuyển TWW (TWW pumping stations and transport system)

Hệ thống đường ống và máy bơm vận chuyển TWW từ hệ thống xử lý nước thải đến các công trình lưu chứa và đến khu vực sử dụng.

3.5.8

Nhà máy xử lý nước thải (wastewater treatment plant)

WWTP

Cơ sở được thiết kế để xử lý *nước thải* (3.1.22) bằng cách kết hợp các quá trình vật lý (cơ học) và các quá trình hóa học và sinh học nhằm làm giảm các chất ô nhiễm hữu cơ và vô cơ trong nước thải.

CHÚ THÍCH 1: Các mức xử lý nước thải khác nhau, tùy theo chất lượng mong muốn của TWW và mức độ nhiễm bẩn.

3.6 Các thuật ngữ viết tắt

BOD	Nhu cầu oxy sinh hóa
COD	Nhu cầu oxy hóa học
EC	Độ dẫn điện
NPW	Nước không uống được
NTU	Đơn vị đo độ đục khuếch tán
SAR	Tỷ số hấp thụ natri
TDS	Tổng chất rắn hòa tan
TWW	Nước thải đã xử lý
UV	Tia cực tím
WW	Nước thải
WWTP	Nhà máy xử lý nước thải

4 Cải thiện chất lượng và việc sử dụng nước thải đã xử lý

Chất lượng hóa học của nước thải phụ thuộc vào chất lượng hóa học của nước nền. Nước nền được tiếp nhận từ các nguồn khác nhau (nước dưới đất, nước sông, nước hồ, và nước biển đã khử mặn hoặc nước lợ). Các loại muối hòa tan, thường được thêm vào nước ngọt nền trong quá trình sử dụng, không được loại bỏ trong quá trình xử lý nước thải thông thường.

Thực hiện các cách thức khác nhau để tránh các ảnh hưởng xấu của chất lượng TWW lên cây trồng và đất đã được tưới.

Phương án đầu tiên là cải thiện chất lượng TWW bằng cách sử dụng độc lập hoặc kết hợp các phương pháp sau:

- a) Cải thiện chất lượng TWW để tưới bằng cách cung cấp nước chất lượng cao hơn (hàm lượng muối thấp hơn) hoặc nước đã khử mặn cho việc sử dụng đô thị;
- b) Giảm lượng muối gia tăng bằng các xử lý nguồn phát tán, ví dụ như sự xâm nhập của nước mặn trong cống thoát nước, các muối từ nước sinh hoạt do chất tẩy và rửa, và/hoặc từ các nguồn như các nhà máy công nghiệp sử dụng lượng lớn nước và thải ra lượng lớn muối từ quá trình sản xuất của chúng.

Việc áp dụng tốt thực tiễn nông học và tưới cũng là một phương án đã được kiểm chứng tốt, bao gồm những yếu tố sau:

- a) Lựa chọn cây trồng và quản lý;
- b) Sự ngấm và thoát nước;
- c) Quản lý kết cấu đất;
- d) Điều chỉnh việc sử dụng hoặc bổ sung phân bón;
- e) Điều chỉnh thời gian tưới nước và lựa chọn kỹ thuật tưới phù hợp.

Khi nước khử mặn là nguồn nước ngọt nền phù hợp, cần phải chú ý đến nồng độ bo trong nước khử mặn nếu qui trình đặc biệt để loại bỏ bo trong quá trình khử mặn không được thực hiện. Cần chú ý đến lượng canxi và magie thêm vào sau bước xử lý này. Trong bất kỳ trường hợp nào, cây trồng được tưới phải đặc biệt thích nghi với số lượng và chất lượng của muối hòa tan trong TWW.

5 Cơ sở của các dự án tái sử dụng nước cho tưới

Một dự án tưới sử dụng TWW cần phải xem xét hai thông số chất lượng nước, nhu cầu của cây trồng, và điều kiện khí hậu và điều kiện vùng đất. Chất lượng TWW có thể ảnh hưởng tới đất và cây trồng. Công trình tưới này cần được thiết kế dựa vào chất lượng dịch tể của TWW để tránh lan truyền bệnh từ các mầm bệnh có trong nước.

6 Các yếu tố ảnh hưởng đối với các dự án tưới TWW: chất lượng nước, khí hậu và đất

6.1 Khát quát

Sử dụng TWW hữu ích cho các nhu cầu tưới cần xem xét kỹ các rủi ro về sức khỏe cộng đồng bao gồm cả an toàn và phúc lợi của người lao động. Cần kiểm tra chặt chẽ cơ sở hạ tầng cần thiết bao gồm cả việc qui hoạch các cơ sở, vị trí nhà máy, thu gom và xử lý nước thải, sử dụng TWW, vận chuyển TWW đến địa điểm lưu trữ, vận chuyển đến địa điểm sử dụng cuối cùng, cũng như sau sử dụng.

Sức khỏe cộng đồng và các tác động môi trường tiềm tàng phải được xem xét như là các yếu tố ưu tiên trong việc xây dựng thành công các tiêu chuẩn về hướng dẫn cho TWW. Để ngăn ngừa các tác động xấu đến sức khỏe cộng đồng và đến môi trường và nguồn nước của nơi tiếp nhận, việc xây dựng và áp dụng các tiêu chuẩn về hướng dẫn cho việc tái sử dụng TWW là rất cần thiết.

Sự có mặt của các chất dinh dưỡng (đạm, lân, và kali) có thể có lợi do khả năng tiết kiệm phân bón.

6.2 Chất lượng nước

6.2.1 Thành phần nước thải

Chất lượng hóa học của nước thải là kết quả của thành phần hóa học của nước ngọt nền (nước cung cấp cho việc sử dụng trong sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp) và tất cả các thành phần thêm vào trong quá trình sử dụng nước tại nhà hoặc sử dụng trong công nghiệp. Các chất khác nhau được thêm vào nước trong quá trình xử lý và sử dụng nước, từ đó xác định thành phần của nước thải cũng như tính chất vật lý, hóa học, sinh học của nó. Các thành phần hóa học chính của nước thải được phân loại thành các chất hữu cơ và chất vô cơ.

Các chất hữu cơ có thể bao gồm hóc môn, dược phẩm, các sản phẩm chăm sóc cá nhân, protein, cacbohydrat, dầu, nhiên liệu và chất bôi trơn, chất hoạt động bề mặt, bao gồm cả thuốc bảo vệ thực vật, và các hóa chất sinh hoạt và nông nghiệp khác.

Các chất vô cơ có thể bao gồm clorua, natri, bo, nitơ (một số hợp chất của nitơ và phốt pho được xếp vào nhóm các chất hữu cơ), phốt pho, kali, lưu huỳnh, và các nguyên tố hóa học khác, bao gồm cả các kim loại nặng (ví dụ kẽm, mangan, đồng, thủy ngân, bạc, crôm, niken, chì, cadimi) và florua.

Quan trọng hơn, nước thải chứa nhiều sinh vật sống khác nhau bắt nguồn từ các sản phẩm thải được xả vào hệ thống nước thải.

6.2.2 Chất dinh dưỡng

6.2.2.1 Khái quát

TWW có thể chứa các chất dinh dưỡng, bao gồm cả các nguyên tố hóa học khác, ở nồng độ cao hơn mức bình thường trong nước ngọt. TWW chứa các nguyên tố đa lượng (cây tiêu thụ các nguyên tố với số lượng lớn – kg/hecta), chủ yếu là nitơ và phốt pho. Kali trong TWW thường được tìm thấy ở nồng độ thấp hơn so với nhu cầu trong nông nghiệp.

TCVN 12180-1:2017

Chất dinh dưỡng trong TWW, nhằm mục đích để tưới cho cây trồng, thường được coi là nguồn cung cấp thay thế cho phân bón hóa học mà người nông dân có thể sử dụng. Tuy nhiên, ba câu hỏi lớn sau đây về vấn đề hiệu quả của việc thay thế các phân bón cây thông thường bằng hóa chất trong TWW (có nghĩa là giá trị phân bón trong TWW).

- Hàm lượng: TWW có cung cấp đủ lượng chất dinh dưỡng cho cây?
- Tính sẵn có: Chất dinh dưỡng trong TWW có thể được cây hấp thụ theo cùng một cách mà các chất dinh dưỡng khác cung cấp bởi phân bón được hấp thụ hay không?
- Thời gian: Tốc độ cung cấp chất dinh dưỡng trong mùa có tối ưu cho cây trồng?

Lượng nitơ và phốt pho được tưới bằng TWW là kết quả của phép nhân nồng độ của chúng trong nước với thể tích cung cấp nước tưới cho cây trồng. Vì lượng nước tưới được xác định bằng điều kiện khí hậu và yêu cầu của cây trồng, lượng chất dinh dưỡng được dùng có liên quan trực tiếp đến nồng độ chất dinh dưỡng có trong TWW cho từng loại cây trồng và vùng miền nhất định.

6.2.2.2 Đạm

Đạm trong TWW được thêm vào nitơ tìm thấy trong đất và đi vào chu trình nitơ trong đất. TWW có thể chứa đạm hữu cơ, amoniac (NH_4^+), và nitrat (NO_3^-). Trong đất, đạm hữu cơ và amoniac chuyển thành nitrat bằng quá trình nitrat hóa. Bằng cách này, hầu hết các loại đạm trong TWW trở nên có sẵn cho các nhà máy và có thể thay thế các dạng đạm được cung cấp bởi phân bón công nghiệp. Đất được cung cấp một phần (tùy thuộc vào khí hậu, điều kiện đất, cây trồng và các dạng đạm) từ phân bón công nghiệp, cây hấp phụ dư lượng chất hữu cơ hoặc nước thải. Nitrat (NO_3^-) có thể bị thất thoát do thấm, đặc biệt là đất cát, Dưới điều kiện pH cao, trong đất vôi (hàm lượng CaCO_3 cao), trong quá trình tưới, một phần amoni (có trong TWW) trên bề mặt đất có thể chuyển thành amoniac (NH_3 -khí) và bay hơi vào không khí.

Tưới bằng TWW có thể dẫn đến tình trạng đạm được cung cấp theo tần suất và kiểu không đồng nhất với các yêu cầu canh tác. Khi sử dụng nước ngọt, người trồng bón phân với những nồng độ khác nhau trong suốt quá trình canh tác; tuy nhiên, ở kỳ chín muộn hoặc trưởng thành thường ngừng bón phân đạm. Khi sử dụng TWW, người nông dân không thể kiểm soát nồng độ đạm, vì nồng độ này được xác định bởi nguồn nước và mức độ xử lý.

Mặt khác, việc tăng nồng độ đạm có thể làm giảm ảnh hưởng nguy hại của độ mặn lên năng suất cây trồng.

Một số dạng phân bón có tính hòa tan cao trong nước và có thể ngấm vào nước ngầm hoặc nước chảy tràn trên bề mặt, do đó gây ảnh hưởng đến các nguồn nước và hư hại đến chất lượng của nước mặt.

6.2.2.3 Lân

Lượng lân được tưới bằng TWW bậc hai thường cao hơn lượng được thải ra bởi phần lớn các cây trồng nông nghiệp. Trong điều kiện pH cao, tính linh động của lân trong đất bị giới hạn và có xu hướng tích tụ ở lớp đất trên cùng bằng nhiều cơ chế khác nhau dựa vào tính chất của đất (ví dụ, độ pH của đất). Trong

trường hợp của lân, tầm quan trọng của việc lập thời gian tưới theo tính chất của đất ít quan trọng hơn. Tuy nhiên, trong đất axit (pH nhỏ hơn 7), tính linh động của lân tăng lên và trong một số trường hợp lập thời gian tưới sử dụng có thể liên quan đến đạm.

6.2.2.4 Kali

Tính linh động của kali trong đất bị giới hạn và nhỏ hơn tính linh động của photpho. Việc tăng nồng độ kali có thể làm giảm ảnh hưởng nguy hại của độ mặn lên năng suất cây trồng nhưng ảnh hưởng này có mức độ nhỏ hơn ảnh hưởng đối với đạm.

6.2.3 Độ mặn

TWW có chứa nồng độ các chất vô cơ hòa tan cao hơn nước nèn: tổng lượng muối hòa tan, natri, clorua, và bo có khả năng gây ra hư hại cho đất và cây trồng.

Các thông số chính trong việc xác định ra chất lượng TWW về độ mặn là:

- Tổng hàm lượng muối đo hiệu ứng thẩm thấu
- Nồng độ clorua, bo, và natri cho từng đơn vị riêng của nó, và
- Tỉ số hấp phụ natri (SAR) do tính thấm của đất.

6.2.4 Các nguyên tố khác

Các ví dụ của các nguyên tố hóa học khác tồn tại trong môi trường tự nhiên ở nồng độ thấp có liên quan đến việc tưới sử dụng TWW bao gồm florua, silic, vanadi, crôm, mangan, sắt, coban, niken, đồng, kẽm, selen molybden, stonti, i-ốt, bo, cadimi. Nhóm các nguyên tố chứa kim loại có tỉ khối tương đối lớn, sắt, crôm, thủy ngân, molybden, chì, stonti, đồng, kẽm, mangan, niken, cadimi, và coban. Những nguyên tố này khác nhau về biểu hiện so với các nguyên tố khác.

Mặc dù các nhà máy xử lý nước thải (WWTP) không được thiết kế để xử lý các kim loại này, chúng được loại bỏ một cách hiệu quả từ pha lỏng ra pha rắn (bùn). Những nguyên tố này này được hấp phụ lên các chất hữu cơ và vô cơ hoặc tạo cặn lắng có độ hòa tan thấp do pH cao, độ cứng và độ kiềm của nước.

6.2.5 Vi sinh vật

Các nguồn nước thải cho các dự án tái sử dụng bắt nguồn từ các hoạt động của con người hoặc nông nghiệp có thể có các vi sinh vật (vi khuẩn, virus, giun sán, và các động vật đơn bào) một vài trong số chúng là mầm bệnh. Các nhà máy xử lý nước thải làm giảm nồng độ của vi sinh vật nhưng không thể loại bỏ hoàn toàn chúng. Nồng độ còn lại của vi sinh vật phụ thuộc vào mức độ xử lý của nước thải.

Thực tế là không thể thực hiện việc quan trắc nồng độ của tất cả các vi sinh vật trong TWW; vì vậy, chỉ quan trắc được nồng độ của các vi sinh vật chỉ thị. Trong tiêu chuẩn này, đề xuất các chỉ thị là các coliform chịu nhiệt, bao gồm cả coliform phân hay E. coli.

Sau đó, sử dụng các giải pháp ngăn chặn một cách hiệu quả để đảm bảo an toàn và sức khỏe.

Việc thiết kế bất kỳ dự án tái sử dụng nào cần đảm bảo tính bảo vệ chung cho cộng đồng ví dụ như người lao động và người tiêu dùng, những người tiếp xúc với nguồn nước đó và tiếp xúc với rau quả. Tiêu chuẩn này mô tả phương pháp kết hợp vi sinh vật chỉ thị và các khái niệm về giải pháp ngăn chặn [TCVN 12180-2 (ISO 16075-2)^[10]] và các quy trình quan trắc (ISO 16075-4)^[12].

6.3 Khí hậu

TWW là một nguồn nước quan trọng đối với nông dân ở vùng khí hậu khô hạn và bán khô hạn^[1]. Trong nhiều trường hợp, nước thải có thể là nguồn nước sẵn có duy nhất cho nông nghiệp. Các tiêu chuẩn về hướng dẫn được xây dựng dựa vào kiến thức khoa học thu được từ vùng khí hậu khô hạn và bán khô hạn, như trong Tài liệu tham khảo [2] và Tài liệu tham khảo [1]. Tuy nhiên, biểu hiện của các chất (các chất dinh dưỡng, các kim loại nặng, các vi khuẩn và các hóa chất) trong đất được cung cấp bằng nước tưới bị ảnh hưởng lớn do điều kiện đất, cây trồng, lượng mưa và lượng bay hơi, những yếu tố thay đổi nhiều theo khí hậu. Thêm vào đó, điều kiện khí hậu cũng ảnh hưởng tới điều kiện dịch tễ. Vì lý do này, cần phải đánh giá các thông số liên quan đến tưới và cách thức kiểm soát được các thông số này theo điều kiện khí hậu.

Tài liệu tham khảo [3] phân loại khí hậu sử dụng chỉ số hạn (AI) như trong Bảng A.1. AI được định nghĩa là tỉ số giữa lượng mưa hàng năm và lượng bay hơi khả năng như trong Công thức (1):

$$AI = P/PET \quad (1)$$

Trong đó:

P là lượng mưa;

PET là lượng bay hơi khả năng được ước tính bằng phương pháp Penman.

Lượng bay hơi khả năng phụ thuộc vào cây trồng và hai công thức đơn giản được sử dụng để xác định nó là Công thức (2) và Công thức (3) dưới đây:

$$ETp = Ep + Tp \quad (2)$$

Trong đó:

Ep là lượng bay hơi khả năng của đất (mm/d);

Tp là lượng bay hơi khả năng của cây (mm/d).

$$ETp = kc \cdot E_{tref} \quad (3)$$

Trong đó:

E_{tp} là tốc độ bay hơi khả năng (mm/d)

kc là hệ số của cây trồng

E_{tref} là tốc độ bay hơi tham chiếu (mm/d)

Công thức phức tạp hơn có tính đến các thông số khác nhau đã được thiết lập từ những công thức ban đầu của Penman, Monteith^[8], Feddes, Smith^[9], và các tác giả khác cũng đã được công bố.

Ảnh hưởng của các muối và các kim loại nặng trong đất và cây trồng như đã mô tả trong hướng dẫn này chủ yếu tập trung vào vùng khô hạn và bán khô hạn với chỉ số hạn AI trong khoảng từ 0,05 đến 0,5. Lượng bay hơi khả năng cao hơn lượng mưa trong những điều kiện khí hậu này, do đó việc ngăn ngừa sự tích tụ của muối và các kim loại nặng gây ra bởi nước tưới là một vấn đề quan trọng. Trái lại, các vùng khí hậu có lượng mưa nhiều hơn lượng bay hơi khả năng ($AI > 1,0$) có thể dung hòa được sự tích tụ của các muối và các kim loại nặng vì nước trong đất di chuyển theo hướng xuống dưới và thẩm lọc muối ra. Tuy nhiên ở những vùng mà có nước dưới đất, sự thấm của các muối hòa tan, các chất dinh dưỡng và các kim loại nặng từ lớp đất trên cùng có thể gây ra ô nhiễm nước dưới đất. Thêm vào đó, tần suất và lượng mưa trong mùa trồng trọt ảnh hưởng đến tiêu chí và cách thức quan trắc các chất mà sẽ được quan trắc cho quản lý dịch tễ.

Cần được lưu ý rằng các vùng khô hạn có thể xảy ra ở các khu vực có khí hậu ẩm ướt do sự thay đổi lượng mưa theo vùng. Do đó, cần xây dựng và chấp nhận các hướng dẫn cho mỗi vùng sau khi hiểu về các đặc tính khí hậu và vùng miền.

6.4 Đất

6.4.1 Khái quát

Các rủi ro của việc tưới bằng TWW chủ yếu phụ thuộc vào tính chất và chất lượng nước tại chỗ. Độ nhạy của đất là một đặc tính vốn có của từng loại đất và không phụ thuộc vào chất lượng nước. Chất lượng vốn có của đất được chi phối bởi quá trình hình thành đất và mỗi loại đất có độ nhạy tự nhiên với chất lượng nước riêng.

Khả năng chấp nhận tại chỗ cần dựa vào đất thích hợp và đặc điểm địa lý, địa hình, thủy văn, khí hậu, phân vùng và dự định gieo trồng.

Một vị trí được phân loại phù hợp cho việc tưới nước thải nếu có các đặc tính thủy văn, đất, khí hậu và vật lý tạo điều kiện cho việc sử dụng TWW một cách hiệu quả mà không gây ra hư hại gì trong tương lai cho nền đất hay cho nước dưới đất.

Cũng cần xem xét các điều kiện vị trí sao cho chúng có thể giới hạn một cách hiệu quả bất kỳ di chuyển quan trọng nào của nước thải qua việc ngấm, di chuyển nước dưới đất, chảy tràn bề mặt, hoặc trôi từ nước tưới phun sương.

Các đặc tính chính của đất xác định độ nhạy của đất đối với chất lượng nước là: kết cấu, pH, hàm lượng vật chất hữu cơ, tỉ khối, tính dẫn nước và khả năng giữ nước. Rất nhiều chất chỉ thị cho đất tương tác với nhau và do đó, giá trị của một thông số bị ảnh hưởng bởi một hoặc nhiều thông số khác.

Hầu hết những rủi ro nông nghiệp quan trọng nhất liên quan đến đất liên quan đến việc tưới TWW được trình bày trong Bảng A.2.

6.4.2 Tính linh động của các chất gây ô nhiễm vô cơ có thể hấp thụ được

Rủi ro về tính linh động của các kim loại nặng trong đất tăng lên khi giá trị pH giảm xuống dưới 7. Nếu đất chứa lượng chất hữu cơ và các hàm lượng đất sét cao hơn, thì tính linh động của chúng trong đất sẽ bị giảm đi. Tuy nhiên, sự tích tụ của các kim loại nặng có thể xảy ra ở lớp đất trên cùng với giá trị pH cao.

6.4.3 Sự vụn bờ của lớp đất bên trên

Độ nhạy của lớp đất trên cùng với sự vụn bờ phụ thuộc vào kết cấu. Đất có hàm lượng bùn cao thì nhạy hơn với sự vụn bờ và hiệu ứng bắn bùn trên bề mặt đất, có thể làm giảm việc thấm ở tốc độ chảy tràn lớn hơn. Lượng vật chất hữu cơ trong đất cũng quan trọng cho việc ổn định cấu trúc đất. Lượng vật chất hữu cơ lớn hơn có ảnh hưởng tích cực lên tính ổn định của bề mặt đất. Tuy nhiên, phải xem xét đến các thông số khác như khoáng sét, oxit/hydroxit, cacbonat, v.v... Độ nhạy vốn có của đất theo hướng vụn bờ không được nhầm lẫn với độ nhạy tiềm tàng của đất đối với sự phân tán do tỷ số hấp thụ natri (SAR) trong đất cao dẫn đến nồng độ natri và giá trị SAR trong TWW cao. Đất có hàm lượng sét cao nhạy hơn với sự tăng lên của natri được hấp thụ.

6.4.4 Độ mặn của đất

Độ mặn là quá trình tích tụ của muối trong đất và nhờ vào tốc độ ngấm thấp. Tốc độ ngấm qua phụ thuộc vào khả năng giữ nước của đất, độ dẫn nước, lượng mưa và lượng nước tưới, cũng như sự bay hơi. Cùng lượng mưa và bay hơi trong đất cát, nước sẽ di chuyển dưới vùng rễ cây nhiều hơn là trong vùng đất sét. Ngăn ngừa sự tích tụ muối trong đất sét và đất có độ thấm thấp là khó khăn hơn. Thoát nước là một yếu tố quan trọng khác liên quan đến độ mặn, vì muối hòa tan phải ngấm qua từ vùng rễ cây⁽⁴⁾⁽⁵⁾.

6.4.5 Tính linh động và tích tụ của bo

Bo di chuyển trong đất và bo có sẵn cho sự hấp thụ của cây phụ thuộc vào nồng độ bo có trong dung dịch đất⁽⁴⁾⁽⁵⁾. Bo trong dung dịch đất được xác định bằng:

- a) Bo hòa tan đưa vào hệ thống đất-nước (nước tưới), và
- b) Phản ứng hấp thụ-giải hấp trên pha rắn của đất.

Giả định rằng tưới một lượng nước như nhau với nồng độ bo giống nhau, sự hấp thụ bo phụ thuộc vào đặc tính của đất, ví dụ như hàm lượng sét, khoáng, oxit nhôm và hàm lượng oxit sắt, và hàm lượng vật chất hữu cơ.

Hàm lượng sét càng cao, thì lượng bo được hấp thụ càng cao. Sự hấp thụ phụ thuộc vào loại khoáng sét: ví dụ đất montmorillonit hấp thụ ít hơn đất cao lanh. Tương tự, vật chất hữu cơ càng cao thì lượng bo được hấp thụ càng cao.

Ngược lại, sự hấp thụ bo càng cao, thì nồng độ trong dung dịch đất càng thấp, và do đó rủi ro ảnh hưởng độc hại tức thời giảm xuống. Theo đó, đất giàu hàm lượng sét và vật chất hữu cơ, thì rủi ro bo

gây độc tức thời lên cây là thấp hơn. Nếu kéo dài khoảng thời gian tưới với nước giàu bo, sét và vật chất hữu cơ sẽ tiến đến trạng thái bão hòa và có thể dẫn đến gây độc do bo.

Như đã đề cập trước đó, có thể loại bỏ những muối tan không mong muốn, kể cả bo, bằng cách sử dụng dư lượng nước tưới. Khả năng ngấm của bo là hàm số phụ thuộc vào hàm lượng nước và sự di chuyển của nước trong đất và bị ảnh hưởng bởi quá trình hấp thụ-giải hấp bo. Nói chung, lượng nước cần để ngấm bo lớn hơn rất nhiều so với lượng cần để loại bỏ chất hòa tan không hoạt động (ví dụ clorua). Ngấm qua bo khó hơn nếu đất có độ giữ nước cao và độ dẫn nước (đất sét) thấp.

6.4.6 Ô nhiễm nước dưới đất

Những chất không thể hấp thụ ví dụ như nitrat và clorua có thể gây ra các vấn đề khi bị ngấm vào nước dưới đất và phụ thuộc nhiều vào tốc độ ngấm qua tại chỗ. Tốc độ ngấm càng thấp dẫn đến thời gian lưu của nước trong vùng rễ càng lâu hơn, làm cho cây có thể hấp thu một phần nitrat. Biểu hiện ngấm theo đặc tính của đất được đánh giá là liên quan đến việc rửa mặn.

6.4.7 Sự tích tụ và tính linh động của photpho

Một số yếu tố đất liên quan đến tính giữ photpho và tính linh động của photpho trong đất. Các yếu tố được chia ra thành các nhóm sau:

- a) Đặc tính và lượng của các thành phần đất (sét, hữu cơ, các oxit)
- b) pH;
- c) Các ion khác;
- d) Động học;
- e) Bão hòa phức chất hấp thụ.

Hàm lượng sét và hydroxit cao hơn dẫn đến sự hấp phụ và sự cố định của photpho cao hơn, điều này làm tăng sự tích lũy và giảm tính linh động của photpho. Đất cao lanh giữ nồng độ photpho cao hơn đất montmorillonitic.

Nhìn chung, việc tăng pH làm giảm tính linh động của photpho. Sự có sẵn của photpho tại mức tối đa trong khoảng pH từ 6,0 đến 6,5. Ở các giá trị pH thấp hơn, thân cây duy trì từ phản ứng với sắt và nhôm. pH cao hơn 7,0 các ion canxi và magiê, cũng như sự tồn tại của cacbonat dẫn đến sự kết tủa của photpho đã thêm vào.

7 Ảnh hưởng khác nhau lên sức khỏe cộng đồng, đất, cây trồng và nguồn nước

7.1 Các ảnh hưởng lên sức khỏe cộng đồng

Các rủi ro về sức khỏe cộng đồng từ việc tưới sử dụng TWW có chứa mầm bệnh có thể có nguồn gốc từ một số đường lan truyền từ TWW đến dân cư, bao gồm cả những đường sau:

- a) Sự nhiễm bẩn của thực phẩm, cây trồng làm thức ăn cho gia súc được tưới bằng TWW;

TCVN 12180-1:2017

- b) Truyền các mầm bệnh qua không khí khi thực hiện tưới bằng cách phun sương TWW;
- c) Người lao động và cộng đồng trực tiếp tiếp xúc với TWW.

Một số nguyên tố (ví dụ selen) thường được các cây thực phẩm hấp thu một cách tự nhiên có thể có ảnh hưởng xấu đến sức khỏe con người và động vật.

TCVN 12180-2 (ISO 16075-2)^[10] trình bày các cách bảo vệ sức khỏe cộng đồng của người lao động, cộng đồng chung và vật nuôi khi tưới TWW ở các mức độ khác nhau.

7.2 Các ảnh hưởng lên đất và cây trồng

7.2.1 Ảnh hưởng của mức dinh dưỡng

Sự xác định mức đạm và lân tối đa trong TWW với mục đích sử dụng để tưới là rất quan trọng để ngăn ngừa sự dư thừa có thể gây thiệt hại cho cây trồng hoặc môi trường (xem ví dụ trong Bảng B.1). Cần chú ý rằng có thể cần điều chỉnh nồng độ trong các vùng khí hậu khác nhau nơi mà sự tiêu thụ nước do cây trồng khác nhau đáng kể (hoặc cao hơn hoặc thấp hơn) do sự bay hơi khác nhau. Tuy nhiên, dù có nhiều sự khác nhau về khí hậu và sự tiêu thụ nước, sự tiêu thụ chất dinh dưỡng của cây trồng trên một đơn vị diện tích là không khác nhau.

Kế hoạch bón phân cần tính đến lượng dinh dưỡng có trong TWW được dùng để tưới.

7.2.2 Ảnh hưởng độ mặn của nước

7.2.2.1 Ảnh hưởng của nồng độ muối trong dung dịch đất lên cây trồng

Một trong những ảnh hưởng tích cực của nồng độ muối cao trong TWW là dư lượng muối trong dung dịch đất, lượng muối này gây ra sự thay đổi về tính chất của dung dịch đất và đặc biệt là tiềm năng thẩm thấu của dung dịch đất. Việc giảm tiềm năng thẩm thấu của dung dịch bên ngoài các tế bào rễ cây làm giảm khoảng cách giữa tiềm năng thẩm thấu nước trong đất và trong cây trồng, kết quả là có thể làm giảm lượng nước có sẵn cho cây và ảnh hưởng tiêu cực lên cây trồng. Tiềm năng thẩm thấu (Ψ_0), độ dẫn điện (EC), tổng anion và cation, và tổng muối hòa tan được tính theo Công thức sau:

$$\Psi_0(\text{atm}) = \text{EC}(\text{dS/m}) \times (-0,36)$$

$$\text{Tổng nồng độ cation (meq/L)} = \text{Tổng nồng độ anion (meq/L)} = \text{EC (dS/m)} \times 10$$

$$\text{Tổng chất rắn hòa tan (ppm hoặc mg/L)} = \text{EC (dS/m)} \times 640$$

Các cây trồng nông nghiệp khác nhau đáng kể về tính chống chịu với nồng độ muối hòa tan trong dung dịch đất xung quanh khu vực rễ cây. Độ mặn của đất không gây hại cho cây trồng cho đến khi nó vượt một ngưỡng nhất định về giá trị độ mặn (tính chống chịu của cây). Trên ngưỡng độ mặn đó, sản lượng giảm tuyến tính với độ mặn cho đến khi cây chết khi nó giảm đột ngột xuống bằng "zero".

7.2.2.2 Ảnh hưởng của độ mặn lên sự tổn thương trực tiếp tới các tán lá trong hệ thống tưới phun

Tưới phun từ trên cao có thể gây ra ảnh hưởng độc hại cho tán lá khi sử dụng nước mặn làm cháy lá và cuối cùng sẽ bị rụng lá. Độ dẫn điện tối đa của nước cho việc tưới phun từ trên cao phụ thuộc vào tính chịu mặn của tán lá cây trồng (xem ví dụ trong Bảng B.2).

Để ngăn ngừa ảnh hưởng tiêu cực của độ mặn trong nước lên tán lá. Hoặc cần chọn cây trồng có tính chịu mặn cao hoặc khuyến nghị các hành động sau đây:

- Tưới vào ban đêm;
- Tưới vào khoảng thời gian nhiệt độ thấp và gió nhẹ;
- Tăng tốc độ tưới (nhưng giữ nó thấp hơn tốc độ thấm của đất);
- Giảm tần suất tưới;
- Thay hệ thống tưới thành, ví dụ hệ thống tưới micro, phun dưới tán cây;
- Tăng kích thước của giọt nước tưới (giảm góc và áp suất phun).

Độc tính cây trồng này là do dư lượng ion natri hoặc clorua được hấp phụ qua lá cây đã bị ướt bởi tưới phun từ trên cao. Bảng B.3 nêu các hướng dẫn về tính chịu mặn của nhiều loại cây trồng, dựa vào nồng độ natri và clorua khi sử dụng tưới phun từ trên cao. Tính miễn cảm của cây trồng được dựa vào sự tích tụ muối trực tiếp qua lá cây.

7.2.2.3 Ảnh hưởng của natri lên các tính chất của đất

Hư hại gián tiếp do độ natri của đất và gây hại lên cấu trúc và tính chất dẫn nước của đất (không đủ thấm của nước mưa hoặc nước tưới và sự di chuyển hợp lý của nước trong đất, dẫn đến vấn đề về thoát nước và thông khí) thậm chí phổ biến hơn cả hư hại trực tiếp gây ra bởi độ mặn lên cây trồng.

Ion được hấp thụ và nồng độ dung dịch điện phân là các nguyên nhân chính ảnh hưởng đến cấu trúc của đất. Thông thường, khi kiểm tra sự liên hệ giữa thành phần cation trong dung dịch đất và tính chất dẫn nước của nó, để nói đến tỉ số nồng độ của natri, canxi và magie (là những cation phổ biến nhất trong nước tưới và trong đất) chứ không phải nồng độ tuyệt đối của natri. Biết rõ ảnh hưởng tiêu cực của natri bị hấp thụ lên tính chất nông học của đất và sự đóng góp tích cực của canxi và magie. Đất sodic là đất mà phần trăm natri trao đổi lớn hơn 15 % và độ dẫn điện của các dung dịch thấp hơn 4 dS/m. Dựa vào định nghĩa này, giá trị ESP = 15 % (phần trăm natri trao đổi) được coi như một "giá trị ngưỡng quan trọng". Khi ESP cao hơn giá trị ngưỡng, đất có thể có các tính chất sodic vốn có của đất, có nghĩa là sức trương đáng kể và kể cả phân tán đất sét, độ dẫn nước bị suy giảm, sự thông khí kém, khó thoát nước, và các vấn đề trồng trọt. Theo cách tiếp cận này, "tỉ số hấp thụ natri" được xác định như sau:

$$SAR = \frac{(Na)}{\sqrt{\frac{1}{2}(Ca + Mg)}} \quad (4)$$

TCVN 12180-1:2017

Công thức (4), được tính từ nồng độ của natri, canxi và magie $\{(Na^+) = \text{nồng độ natri tính theo mQq/L}; [(Ca^{2+} + Mg^{2+}) = \text{nồng độ của canxi + magie tính theo mQq/L}]\}$ trong chiết xuất đất nhão bão hòa, là cách chẩn đoán hữu hiệu cho vấn đề dự đoán độ natri của đất (mức natri cao) gây ra do nước tưới. Nó còn hữu ích trong việc dự đoán mối nguy hại của độ natri trong đất bởi nước tưới và trong việc đánh giá mức độ natri bị hấp thụ trong đất. Sự liên hệ giữa ESP và SAR được thể hiện trong Công thức (5):

$$ESP = 100(-0,0126+0,0475SAR)/1+(-0,0126+0,01475SAR) \quad (5)$$

Ở mức độ cao hơn "giá trị ngưỡng quan trọng" được trình bày ở trên, độ dẫn nước của đất thay đổi theo dung dịch với các mức độ SAR khác nhau, giá trị ngưỡng cho từng tổ hợp của chất điện ly và giá trị SAR đã được xác định. Giá trị ngưỡng được xác định như mức độ SAR trong một nồng độ muối đã cho mà gây ra sự suy giảm đáng kể trong tính thấm của nước vào đất. Nói một cách khác, giá trị ngưỡng không phải là một hằng số, vì vậy có thể nhỏ hơn 15 [mEq/L]¹².

Sự liên hệ giữa SAR và nồng độ của muối có thể cũng bị ảnh hưởng bởi các tính chất của đất (chủ yếu là khoáng sét và hàm lượng chất hữu cơ).

Các giá trị SAR và nồng độ chất điện ly thông thường (được đo bằng độ dẫn điện) có thể được sử dụng để xác định khả năng gia tăng vấn đề về độ thấm của nước qua đất được trình bày trong Bảng B.4.

7.2.3 Ảnh hưởng độc tính của các ion cụ thể

7.2.3.1 Khái quát

Ngoài ảnh hưởng của nồng độ muối tổng (hiệu ứng thẩm thấu), một số ion trong dung dịch đất có thể có khả năng gây hại cho cây trồng nông nghiệp được tưới bằng TWW. Sự hấp phụ của các ion này vào cây trồng và sự tích tụ của chúng trong cây có thể làm giảm năng suất đến mức độ cây héo.

7.2.3.2 Ảnh hưởng của clorua

Clorua là chất dinh dưỡng thiết yếu đối với cây để cân bằng điện tích và để điều hòa việc thẩm thấu. Hơn nữa, clorua đóng vai trò là ion đối lập trong việc vận chuyển cation trong cây và đóng góp vào sự hydrat hóa và sức trương của tế bào. Cung cấp clorua cho cây bằng nhiều nguồn: đất, mưa, tưới, phân bón và sự ô nhiễm không khí. Trong các điều kiện canh tác bình thường, độc tính của clorua phổ biến nhiều hơn là sự thiếu hụt clorua, cũng như vậy với việc tưới bằng TWW. Tính nhạy của cây trồng với nồng độ clorua thay đổi đáng kể. Mặt khác, cây thường nhạy với dư lượng clorua. Tính chống chịu của cây trồng là khác nhau với mỗi loài, giống, và thân rễ của cùng một cây trồng. Sự khác biệt giữa thân rễ thường phản ánh khả năng của chúng để ngăn ngừa hoặc hạn chế sự di chuyển của clorua từ gốc đến lá và tích tụ tại đó.

7.2.3.3 Ảnh hưởng của bo

Bo là một nguyên tố thiết yếu cho sự phát triển bình thường của cây. Bo tham gia vào rất nhiều quá trình của cây: phân chia và sự phát triển chiều dài của tế bào, chuyển hóa axit nucleic, sự chuyển hóa

và vận chuyển đường, cân bằng phản ứng quang hợp và hô hấp. Sự có mặt của bo rất quan trọng cho hệ hóc-môn, và bo được tìm thấy trong màng tế bào. Nơi sử dụng TWW để tưới, bo là nguyên tố phổ biến. Trong trường hợp thừa, bo gây độc lên cây, gây ra bệnh úa lá cây, và trong giai đoạn sau đó lá cây sẽ bắt đầu rụng và cây có thể bị chết.

7.2.3.4 Ảnh hưởng của natri

Nồng độ bất thường của natri trong TWW có thể ảnh hưởng trực tiếp đến cây do độc tính của natri. Độc tính này chủ yếu ảnh hưởng đến cây ăn quả (bơ, cam quýt, và các cây rụng lá: mận, đào, mơ) ở nồng độ lớn hơn 5 mEq/L (120 mg/L)^[6]. Trong đất giàu natri không mặn, sự chênh lệch về canxi cũng như magie trong cây cỏ có thể xuất hiện. Natri trong TWW chủ yếu ảnh hưởng đến cấu trúc đất và ảnh hưởng gián tiếp đến sự thoát khí và sự di chuyển của nước trong đất.

Giá trị đối với các mức tối đa của các yếu tố độ mặn trong TWW dùng cho tưới được trình bày trong Bảng B.5 dựa vào thực nghiệm tại Israel.

7.2.4 Ảnh hưởng liên quan đến các nguyên tố hóa học khác

Bổ sung các nguyên tố hóa học khác vào đất theo cách không kiểm soát là không mong muốn vì nếu chúng tích tụ trong đất, sẽ khó có thể loại bỏ chúng và chúng thường gây độc cho cây, sự hấp thụ dư thừa của cây trồng sau đó là tích tụ mức độc của các nguyên tố hóa học khác trong mô cây (mức này được coi là có hại cho con người và động vật tiêu thụ cây trồng), và sự di chuyển của các nguyên tố hóa học này trong nước dưới đất.

Giá trị trung bình số học và giá trị tối đa được trình bày trong Bảng B.6.

Đôi khi các giá trị đáng kể hơn (thấp hơn giá trị tối đa) trong đất có pH axit do tính có sẵn cao của các kim loại nặng.

7.2.5 Khuyến nghị để quản lý ảnh hưởng lên đất và cây trồng

7.2.5.1 Khuyến nghị để tránh hư hại do việc tưới phun trên tán lá

Để tăng tính chống chịu của cây trồng, khuyến nghị các hành động sau đây:

- Chọn các cây trồng có tính chống chịu cao;
- Tưới vào ban đêm;
- Tưới vào khoảng thời gian nhiệt độ thấp và gió nhẹ;
- Tăng tốc độ quay của vòi phun;
- Tăng tốc độ tưới (nhưng giữ nó thấp hơn tốc độ thấm của đất);
- Giảm tần suất tưới;
- Thay hệ thống tưới thành hệ thống tưới không tiếp xúc tán lá, ví dụ hệ thống tưới micro;
- Tăng kích thước của giọt nước tưới (giảm mức phun)

7.2.5.2 Kỹ thuật quản lý để tránh hư hại do tích tụ muối trong đất

Để khắc phục hư hại gây ra từ việc tích tụ muối trong đất, các kỹ thuật quản lý cần được triển khai. Một số phương thức có thể được sử dụng để kiểm soát độ mặn trong vùng rễ của cây trồng. Các phương pháp “trên đồng ruộng” thường bao gồm các kỹ thuật nông học và xây dựng được nông dân áp dụng trên từng cánh đồng^[4].

7.2.5.2.1 Nguyên tắc quản lý

Các phương thức quản lý cho sử dụng an toàn nước tưới (và cụ thể là TWW) cho tưới chủ yếu gồm:

- Lựa chọn cây trồng hoặc giống cây trồng cho sản lượng đạt yêu cầu trong điều kiện độ mặn và độ natri đang có hoặc được dự đoán;
- Quy trình trồng đặc biệt mà tối thiểu hoặc bù lại sự tích tụ của muối trong vùng lân cận của hạt;
- Tưới để duy trì độ ẩm của đất ở mức tương đối cao và để đạt được độ thấm định kỳ của đất;
- Sử dụng sự chuẩn bị đất đai để tăng tính đồng đều của phân bố nước và sự ngấm, ngấm và loại bỏ của độ mặn.

Cây trồng phát triển, lượng nước dùng cho tưới, mô hình mưa và khí hậu, và xác định các tính chất của đất đến mức độ và phạm vi của các phương thức quản lý cần thiết.

7.2.5.2.2 Lựa chọn các cây trồng và giống cây trồng

Ở nơi không thể giữ độ mặn trong giới hạn có thể chấp nhận được bằng cách sự ngấm, cần lựa chọn các cây trồng sao cho chúng có thể cung cấp sản lượng đạt yêu cầu trong điều kiện mặn đó. Việc lựa chọn cây trồng, cần chú ý cụ thể đến tính chịu mặn của cây trồng trong quá trình phát triển của hạt vì sản lượng thấp thường do không đạt được tính chống chịu cần thiết. Một số cây trồng có tính chịu mặn trong giai đoạn phát triển sau nhưng khá nhạy với độ mặn trong giai đoạn phát triển sớm.

Các dự án TWW có thể được lập chương trình cho vùng có sẵn cây trồng nông nghiệp. Nếu là cây trồng hàng năm, có thể thay đổi giống cây để phù hợp với chất lượng nước. Tuy nhiên, với cây lâu năm, ví dụ cây ăn quả, thì sự thay đổi có thể khó khăn hơn và với chi phí cao. Nếu trong dự án TWW, việc lập chương trình được thiết lập trên khu vực tưới mới, người lập chương trình cần tính đến sự phát triển của cây trồng để phù hợp với chất lượng nước.

7.2.5.2.3 Quy trình trồng đặc biệt

Trong nhiều trường hợp, cây trồng không có tính chống chịu phù hợp được tưới rãnh theo hàng đối với đất có độ mặn vừa phải là một vấn đề nghiêm trọng, do thực tế là tỉ lệ nảy mầm bị giảm xuống bởi độ mặn dư thừa. Việc cây không có tính chống chịu phù hợp là do gia tăng sự tích tụ của muối hòa tan trên luống bị làm ẩm bởi tưới rãnh.

Cần sử dụng việc cải biên trong phương thức tưới và hình dạng luống để giảm sự tích tụ của muối gần hạt. Xu hướng tích tụ muối gần hạt trong quá trình tưới là nhiều nhất ở luống đầu tròn, hàng đơn. Muối

đủ để ngăn ngừa sự này miễn có thể cô đọng trong vùng hạt kể cả khi hàm lượng muối trung bình trong đất là tương đối thấp.

Từ góc nhìn kiểm soát độ mặn, trồng theo luống hoặc bồn là phù hợp nhưng thường không thuận lợi cho việc trồng nhiều hàng cây do vấn đề liên quan đến vỏ và thông khí kém.

7.2.5.2.4 Phương thức tưới

Một số quá trình mặn hóa đất và nước là chắc chắn xảy ra đối với tưới; muối chứa trong nước tưới lưu lại trong đất khi nước sạch thoát trở lại khí quyển thông qua quá trình bay hơi và thoát hơi nước của cây. Do đó, dư lượng nước của quá trình bay hơi phải được áp dụng cùng với việc tưới để đạt được độ thấm và ngăn sự tích tụ của dư lượng muối.

Để ngăn sự tích tụ của dư lượng muối trong vùng rễ từ việc tưới bằng TWW, phải tưới nước bổ sung, tưới dài hạn, (nước tưới và nước mưa) với dư lượng nước cần cho sự bay hơi (ET) và phải đi qua vùng rễ cây với lượng thấp nhất. Lượng này, tưới ngắn hạn, được gọi là "điều kiện ngấm qua" (LR), một phần của nước đã được thấm phải di chuyển qua vùng rễ để giữ cho độ mặn ở mức chấp nhận được.

Trong những cánh đồng được tưới đến điều kiện trạng thái ổn định với sự quản lý tưới thông thường, nồng độ muối trong nước của đất cơ bản đồng đều gần bề mặt đất không phân biệt phần ngấm qua (LF), phần nước thấm đi qua vùng rễ cây nhưng tăng lên khi độ dày của LF giảm xuống. Tương tự, độ mặn trung bình vùng rễ cây tăng lên khi LF giảm xuống, sản lượng cây trồng giảm xuống khi vượt quá mức chịu mặn của cây.

Các phương pháp để tính toán yêu cầu ngấm và để dự đoán sản lượng cây trồng thất thoát do ảnh hưởng của độ mặn được trình bày trong các báo cáo trong thư mục tài liệu tham khảo. Khi dung dịch đất đạt đến mức độ mặn tối đa thích hợp cho hệ thống gieo trồng, ít nhất lượng muối được đưa vào trong việc tưới bổ sung phải bằng với lượng muối bị loại bỏ khỏi vùng rễ cây. Quá trình này được gọi là "giữ cân bằng muối".

Mức độ mặn vùng rễ trung bình theo thời gian bị ảnh hưởng bởi cấp độ cạn kiệt nước trong đất giữa các lần tưới, cũng như bị ảnh hưởng bởi phần ngấm qua. Khi thời gian giữa các lần tưới tăng lên, hàm lượng nước trong đất giảm xuống, vì đất bị khô và khả năng của chất nền và thẩm thấu của nước trong đất giảm xuống khi muối cô đọng trong thể tích nước giảm. Sự hấp thu nước và sản lượng của cây liên quan chặt chẽ đến thời gian và độ dày trung bình toàn bộ thể năng nước, có nghĩa là chất nền và thẩm thấu. Điều đó có nghĩa là:

- Dạng tưới mà ứng suất chất nền giảm tới mức tối thiểu, ví dụ tưới nhỏ giọt, có thể sử dụng để giảm tới mức tối thiểu ảnh hưởng có hại của việc tưới với nước mặn, và
- Các phần ngấm có thể được sử dụng để giảm tới mức tối thiểu sự tích tụ (do các ảnh hưởng có hại) của mức độ muối cao trong vùng rễ cây.

Sự phân bố và mức độ mà đất trở nên nhiễm mặn là hàm số của cách thức tưới nước, cũng như phần ngấm qua. Trên 1 đơn vị dung dịch ngấm qua muối được loại bỏ bằng tưới vòi phun nhiều hơn là tưới

ngập. Do đó, độ mặn của nước tưới bằng vòi phun có thể cao, tất cả đều bằng nhau, lớn hơn độ mặn của nước tưới ngập hoặc tưới rãnh với mức độ tương đương của trồng cấy thành công, nếu tránh được việc cháy lá.

Sự phân bố của muối trong đất cũng bị ảnh hưởng bởi hình dạng luống gieo hạt. Muối có xu hướng tích tụ đến mức dư thừa ở một số vùng của luống gieo hạt trong điều kiện tưới rãnh. Hình dạng luống gieo hạt và rãnh có thể được thiết kế để giảm thiểu vấn đề này. Sự gieo hạt và cách thức tưới bề mặt (ví dụ rãnh luân phiên, độ sâu của rãnh nước, v.v..) cũng được sử dụng để tối ưu hóa sự tạo thành cây trong điều kiện mặn. Tưới phun có thể có hiệu quả trong việc ngấm lọc độ mặn dư thừa của lớp đất trên cùng và trong việc cung cấp môi trường có độ mặn thấp thuận lợi cho lớp đất trên cũng cần thiết cho việc thiết lập cây trồng từ hạt giống nhạy với muối. Dưới sự tưới nhỏ giọt, hàm lượng muối thường thấp nhất ở đất ngay phía dưới và tiếp giáp với nguồn phát và cao nhất ở vùng ngoại vi của vùng bị ướt. Sự loại bỏ muối đã bị tích tụ trong vùng bị ướt này cần được xử lý dài hạn.

7.2.5.2.5 Sử dụng kết hợp các lượng nước khác nhau

Có thể sử dụng TWW kết hợp với các nước khác để giảm ảnh hưởng của muối. Tuy nhiên, cần ưu tiên để tăng chất lượng của TWW bằng cách giảm hàm lượng muối trong quá trình hình thành nước thải, trước khi hướng tới khả năng sử dụng cách thức làm loãng được trình bày dưới đây ^[5].

Tưới trộn: Hỗn hợp của TWW (hoặc nước mặn) và nước không mặn có thể tạo thành hỗn hợp nước phù hợp để tưới. Áp dụng cách thức này có nghĩa là có thể trộn lẫn hai quá trình; pha trộn mạng lưới và pha trộn đất. Pha trộn mạng lưới có nghĩa là các nguồn cung cấp nước được trộn lẫn trong hệ thống vận chuyển nước tưới. Pha trộn có nghĩa là hai chất lượng nước khác nhau được tưới luân phiên và đất đóng vai trò như một môi trường trộn.

Tưới theo chu kỳ: Sử dụng nước có độ mặn cao (TWW) khi tưới luân phiên cho cây trồng có tính chịu muối hoặc khi tưới cho cây trồng nhạy với muối trong giai đoạn phát triển chịu được muối. Nước có độ mặn thấp hơn được dùng cho tất cả các giai đoạn phát triển khác.

Cảnh báo: Trong cả hai cách thức, có thể có khả năng TWW sẽ xâm nhập vào hệ thống nước khác gây ra các rủi ro về sức khỏe, đặc biệt nếu một trong các nguồn cung cấp nước uống hoặc nguồn được kết nối với hệ thống nước uống. Thiết lập cơ chế phân tách, ví dụ như khoảng cách khí, giữa bất kỳ hệ thống nước cố định nào và hệ thống nước uống phải tránh những rủi ro này. Cách khác là đổ nước uống vào một bể chứa riêng biệt và sau đó bơm chúng vào hệ thống TWW dùng để tưới.

7.3 Các ảnh hưởng lên các nguồn nước

7.3.1 Khái quát

Không cần xem xét hệ thống tưới sử dụng TWW trong vùng dễ bị tổn thương về địa chất thủy văn (nghĩa là có rủi ro cao về xâm nhập và việc thấm của nước bề mặt và các khu vực cung cấp nước bề mặt cho các hệ thống nước uống). Do khả năng tắc nghẽn và rò rỉ trong đường ống vận chuyển TWW

và trong hệ thống phân phối đến đồng ruộng được tưới, những rò rỉ TWW có thể tiếp cận và làm bẩn tầng chứa nước hoặc nước mặt.

Để ngăn ngừa rủi ro này, đường ống cung cấp TWW chính cần phải tách ra khỏi nguồn nước uống (các giếng) với một khoảng cách sao cho đảm bảo TWW không chảy trực tiếp vào giếng và TWW chảy trên đất sẽ cần ít nhất 40 ngày để tới được giếng (trong thời gian này sẽ xảy ra việc triệt tiêu các chất ô nhiễm gây bệnh). Các phương thức quản lý tốt để bảo vệ các nguồn nước uống được trình bày trong TCVN 12180-3 (ISO 16075-3)⁽¹¹⁾, 6.6.

Các ảnh hưởng của nồng độ các chất dinh dưỡng trong TWW lên các nguồn nước đưa ra hai rủi ro chính, đó là:

- a) Việc ngấm của lân trong các loại đất axit, và việc ngấm của đạm trong tất cả các loại đất vào nước dưới đất, và
- b) Sự chảy tràn của phốt pho từ lớp đất trên cùng có độ pH cao tới nguồn nước mặt.

CHÚ THÍCH: Khi loại bỏ đạm và lân khỏi nước thải, giảm các biện pháp đề phòng.

Sự gia tăng thiếu hụt nước ngọt cho nông nghiệp yêu cầu việc sử dụng các nguồn nước có chất lượng hóa học và chất lượng sinh học thấp hơn. Phần lớn nguồn nước như vậy là nước tái sử dụng (có nghĩa là TWW). Điều này nhằm là để khuyến nghị các tiêu chí cho phép tưới nông nghiệp bằng TWW được khả thi, đồng thời hạn chế các nguy hại đến các nguồn nước tự nhiên.

7.3.2 Các nguyên tắc để bảo vệ các nguồn nước

- a) Một số khó khăn đối mặt về đất và thủy văn là tính không đồng nhất và sự biến thiên của các hệ thống tự nhiên. Rất khó để nói đến tất cả các địa phương là đồng nhất và càng khó hơn để bao quát toàn bộ cánh đồng và so sánh cái này với cái khác. Do đó, tiêu chuẩn này chỉ là hướng dẫn và không thay thế cho nhu cầu thực hiện các phép thử riêng lẻ cho TWW cụ thể để theo dõi các nguồn nước và các hệ thống cung cấp chúng ngăn ngừa sự ô nhiễm. Trong tất cả các trường hợp, cần tiến hành nghiên cứu kỹ hơn về thủy văn địa phương.
- b) Tiêu chuẩn này nhằm kết hợp bảo vệ tối đa các nguồn nước bằng những phương pháp thực tiễn và để áp dụng theo các chỉ tiêu và phương pháp thử.
- c) Tiêu chuẩn này giả định rằng nguồn chính của TWW là từ hệ thống thoát nước thải đô thị. Do đó, TWW thường chứa một số chất nhiễm bẩn cụ thể đặc trưng cho hầu hết nước thải đô thị. Sử dụng nước thải công nghiệp cần yêu cầu thêm các tiêu chí khác.

Các thông số chất lượng nước đã được mô tả sử dụng các giá trị nồng độ cực đại của các chất để ngăn ngừa hoặc giảm thiểu tác hại đến đất, cây trồng và các nguồn nước (nước mặt hoặc nước dưới đất), hoặc tác hại đến sức khỏe cộng đồng. Những thông số này được phân loại như sau:

- Các thông số nông học: dinh dưỡng (nitơ, phốt pho, và kali) và các yếu tố độ mặn (tổng hàm lượng muối, clorua, bo, và nồng độ natri);

TCVN 12180-1:2017

- Các nguyên tố hóa học khác (các kim loại nặng);
- Các thông số vi sinh.

Những thông số này liên quan đến tác động tích cực của mỗi hệ số, cũng như khả năng ngăn ngừa đầu vào của chất nhiễm bẩn trong quá trình tạo ra nước thải và khả năng để loại bỏ chúng trong quá trình xử lý.

Tiêu chuẩn này đề xuất các giá trị cho nồng độ của hầu hết các chất nhiễm bẩn đại diện của mỗi loại trong bốn nhóm (dinh dưỡng, kim loại nặng, muối, và chất ô nhiễm micro hữu cơ) và cho các thông số biểu thị độ mặn (EC và TDS).

- Cần làm rõ là thực tế là không thể tạo ra một tiêu chuẩn mà bao gồm cả các ví dụ về các giá trị ngưỡng cho tất cả các chất nhiễm bẩn tiềm năng tìm thấy trong nước thải. Do đó, như đã đề cập ở trên, người dùng xác định các mức độ cho một số nguyên tố đại diện trong bốn nhóm chất gây ô nhiễm nêu trên, kết hợp với định nghĩa về mức độ xử lý. Hầu hết các trường hợp, việc tuân thủ các mức ngưỡng này sẽ đảm bảo sự bảo vệ cho hệ thống nước tự nhiên. Tuy nhiên, các mức độ có thể cần phải điều chỉnh phù hợp với điều kiện của từng nơi.
- Sự bảo vệ nguồn nước tự nhiên có thể chỉ bằng cách ngăn ngừa các chất nhiễm bẩn ngấm vào nguồn nước. Thời gian ngấm không tương đương với hầu hết các chất nhiễm bẩn được quan tâm (ngoại trừ trong trường hợp chất nhiễm bẩn có thể phân hủy, mầm bệnh và chủ yếu là các chất nhiễm bẩn micro hữu cơ). Những biện pháp ngăn chặn vật lý như là lớp lót nhựa có thể ngăn ngừa sự thấm hoặc ngấm của nước. Trong các ứng dụng nơi mà cho phép việc xả TWW và không cần điều chỉnh thì không cần các biện pháp ngăn chặn vật lý.
- Về lượng, các dòng chảy tràn bề mặt chảy với tốc độ cao hơn các dòng chảy dưới đất. Kết quả là tạo ra những nguy hại tức thời cho các nguồn nước. Do đó, mục tiêu cần giảm dòng TWW trực tiếp chảy ra kênh thoát nước khi trời mưa. Do đó, sự phân loại những nguy hại cho các nguồn nước bề mặt được dựa vào sự ước tính lượng TWW chảy trực tiếp hoặc gián tiếp vào hệ thống thoát nước. Có sự phân biệt giữa các trường hợp mà hệ thống tưới được thiết kế tốt (trong đó tần suất tưới phù hợp với tính chất của đất) sao cho không có dòng chảy tràn bề mặt trong khi tưới và giữa những hệ thống tưới kém hiệu quả hơn. Tuy nhiên, kể cả trong hệ thống thiết kế tối ưu, vẫn có khả năng có dòng chảy tràn. Do đó, trường hợp đã định "không có dòng chảy tràn" cũng bao gồm cả khả năng thể tích dòng chảy tràn từ việc tưới nhỏ hơn 5 % nước tưới.
- Nguyên tắc đối với chất nhiễm bẩn dưới đất là để chúng di chuyển trong vùng không bão hòa nhưng không ngấm tới mọi nguồn nước dưới đất. Sự hấp thụ của chất nhiễm bẩn, chủ yếu là muối (các cation) và các kim loại nặng trong đất, diễn ra chủ yếu do và trên bề mặt đất sét. Thời gian lưu cũng được kiểm soát bởi thành phần của đất và chủ yếu là hàm lượng sét. Do đó, chỉ số chính được sử dụng cho đất đặc trưng bằng tính phù hợp để tưới nước thải đã xử lý là hàm lượng sét. Cần nhấn mạnh rằng đó chỉ là chỉ số gần đúng. Để xác định một thông số đơn giản và có thể đo được, hàm lượng sét trung bình có độ sâu 2 m được đề xuất cho việc sử dụng như một chỉ số cho tính nhạy của địa điểm với ô nhiễm nước dưới đất.

7.3.3 Các ví dụ về các nhóm độ nhạy của nước dưới đất

Phụ lục C cung cấp các ví dụ về các nhóm độ nhạy của nước dưới đất.

7.3.4 Các ví dụ về các nhóm độ nhạy của nước bề mặt

Các nhóm độ nhạy của nước bề mặt được phân tách theo phạm vi dòng nước, trực tiếp hoặc gián tiếp, từ nước tưới đến hệ thống thoát nước dẫn đến hệ thống nước tự nhiên. Do đó, các loại độ nhạy của nước cần được xác định. Loại có độ nhạy cao nhất (I) trong hệ thống là nơi có dòng chảy tràn bề mặt trong quá trình tưới hoặc sự tích tụ trên bề mặt mà gần như bị rửa trôi trong các trận mưa. Theo nguyên tắc, thiết kế và vận hành chính xác của một hệ thống tưới cần phải ngăn ngừa những trường hợp như vậy. Các nhóm độ nhạy II, III và IV giả định rằng dòng chảy tràn bề mặt không được tạo ra trong quá trình tưới. Nhóm độ nhạy II bao gồm cả các hệ thống có hệ thống thoát nước dưới đất nông hiệu quả (ở độ sâu nhỏ hơn hoặc bằng 80 cm). Trong hệ thống này, một phần nước tưới đáng kể bị thoát ngay ra hệ thống thoát nước bề mặt khi tưới hoàn thành. Nhóm độ nhạy III bao gồm cả các hệ thống thoát nước sâu (hơn 80 cm), nơi mà nước tưới bị thoát ra hệ thống thoát nước bề mặt nhưng chỉ sau khi giữ lại dưới đất. Nhóm độ nhạy IV, thấp nhất trong nước mặt, là hệ thống không có bất cứ hệ thống thoát nước dưới đất ngầm nào. Điều quan trọng là có 3 loại nói đến sau cùng dựa vào giả định rằng việc thiết kế và vận hành của hệ thống tưới ngăn ngừa dòng chảy tràn bề mặt trực tiếp của nước tưới. Đường di chuyển của nước dưới đất tạo ra việc lọc các chất nhiễm bẩn, tương tự như tiêu chí rủi ro của nước dưới đất. Sự tồn tại của sự thoát nước mặt đất hiệu quả làm giảm hàm lượng nước trong đất nhưng có thể dẫn đến việc tăng tải cho hệ thống nước bề mặt. Hiện tại, tiêu chuẩn này không giải quyết dòng chảy tràn bề mặt do mưa làm ngấm các chất nhiễm bẩn từ lớp đất phía trên.

7.3.5 Tóm tắt các ví dụ về tiêu chí

Mức rủi ro để xác định các ví dụ về ngưỡng nhiễm bẩn trong nước thải đã qua sử dụng được trình bày trong Bảng C.1.

Phụ lục A

(tham khảo)

Ví dụ các tiêu chí khí hậu và đất

Bảng A.1 – Phân loại đất sử dụng chỉ số khô hạn (AI)

Khí hậu	Giá trị AI	Lượng mưa hàng năm	Sự biến đổi lượng mưa giữa các năm	Chú ý
Siêu khô hạn	$AI < 0,05$		$< 100 \%$	Thâm hụt độ ẩm hàng năm
Khô hạn	$0,05 < AI < 0,20$	$< 200 \text{ mm}$	50 % to 100 %	
Bán khô hạn	$0,20 < AI < 0,50$	$< 800 \text{ mm}$ (vào mùa hè) $< 500 \text{ mm}$ (vào mùa đông)	25 % đến 50 %	
Khô thiếu ẩm ướt	$0,50 < AI < 0,65$	Lượng mưa theo mùa cao	$< 25 \%$	
Âm ướt	$0,65 < AI < 1,00$	Lượng mưa cao	-	
	$1,000 < AI$			
Núi lạnh	-	-	-	Quá lạnh cho cây trồng phát triển

Bảng A.2 – Tổng quan về các rủi ro liên quan đến đất (sửa đổi từ Tài liệu tham khảo [7])

Rủi ro	Tiêu chí	Các thông số của đất ảnh hưởng đến biểu hiện của đất
Sự linh động của chất ô nhiễm vô cơ có khả năng hấp thụ	Khả năng đệm cho chất ô nhiễm vô cơ có khả năng hấp thụ (ví dụ: các kim loại nặng)	Kết cấu, chất hữu cơ, và pH
Sự vụn vỡ của lớp đất bên trên	Sự vụn vỡ của lớp đất bên trên	Kết cấu và chất hữu cơ
Mặn hóa đất	Mặn hóa đất	Kết cấu, tỉ khối rắn, độ sâu của vùng rễ cây, độ sâu của đất, trữ lượng cánh đồng, độ dẫn nước bão hòa, và tốc độ rửa trôi
Sự linh động của bo	Khả năng đệm cho Bo	Kết cấu, chất hữu cơ, và pH
Sự ô nhiễm nước dưới đất	Khả năng đệm cho các chất không thể hấp thụ (ví dụ nitrat)	Kết cấu, chất hữu cơ, và pH
Sự tích tụ và linh động của lân	Sự tích tụ hoặc sự ngấm của lân trong đất	Hàm lượng sét và khoáng, oxit, chất hữu cơ và pH

CHÚ THÍCH: Tính linh động cao của các kim loại nặng được dự kiến trong đất axit, loại đất phổ biến ở vùng ẩm ướt.

Phụ lục B

(Tham khảo)

Ví dụ về mức dinh dưỡng tối đa và yếu tố độ mặn trong TWW để tưới

Các mức này được lấy từ các cánh đồng tưới theo mùa từ 500 mm đến 600 mm (5000 m³/ha đến 6000 m³/ha) và liên quan đến sự tiêu thụ đạm và lân của cây trồng.

Bảng B.1 – Ví dụ về các mức dinh dưỡng cực đại trong TWW để tưới

Thông số	Đơn vị	Số trung bình hàng tháng	Giá trị cực đại
Nitơ amoni	mg/L	20	30
Đạm tổng	mg/L	25	35
Lân tổng	mg/L	5	7

CHÚ THÍCH: Bảng này được lấy từ việc tưới ở Israel và thỏa mãn Qui định của Israel đã được quốc hội phê vào Tháng 4 năm 2010; Qui định về sức khỏe cộng đồng (qui định về chất lượng TWW và qui định về xử lý nước thải), 2010 (Tài liệu tham khảo tiếng Hebrew).

Bảng B.2 – Ví dụ độ dẫn điện cực đại của nước tưới; theo tính chống chịu của cây, khi được tưới phun từ bên trên (sửa đổi từ Tài liệu tham khảo [6])

Tính chống chịu của lá cây trồng	Độ dẫn điện cực đại của nước tưới (dS/m)
Tính chống chịu rất thấp ^a	0,5
Tính chống chịu thấp	1,0
Tính chống chịu trung bình	2,0
Tính chống chịu cao	4,0
Tính chống chịu rất cao	8,0

^a Bao gồm hầu hết các cây ăn quả (ví dụ cam quýt, táo, lê, mận, mơ, đào, và những cây cho quả khác), đậu và đậu tằm.

Bảng B.3 – Ví dụ về tính chống chịu tương đối của các cây trồng được lựa chọn với tổn thương lá do tưới phun nước mặn từ bên trên ^[6]

Nồng độ Na ⁺ hoặc Cl ⁻ gây tổn thương lá (mEq/L)			
< 5	5 đến 10	10 đến 20	> 20
Hạnh nhân Mơ Cam quýt Mận	Nho Tiêu Khoai tây Cà chua	Cỏ linh lăng Lúa mạch Ngô Dưa chuột Cây rum Vừng Cây lúa miến	Súp lơ Cây bông Củ cải đường Hương dương

CHÚ THÍCH: 1 mEq/L Na⁺ = 23 mg/L Na⁺
1 mEq/L Cl⁻ = 35 mg/L Cl⁻

Bảng B.4 – Ảnh hưởng kết hợp của độ dẫn điện (Ecw) của nước tưới và tỉ số hấp thụ natri (SAR) lên khả năng thấm của nước (tính thấm)¹²⁾

Những vấn đề tưới tiềm năng	Mức độ giới hạn trong sử dụng		
	Không	Nhẹ đến trung bình	Nghiêm trọng
SAR(mEq/L) ^{1/2}	Độ dẫn điện – nước tưới (dS/m)		
0 đến 3	> 0,7	từ 0,2 đến 0,7	< 0,2
3 đến 6	> 1,2	từ 0,3 đến 1,2	< 0,3
6 đến 12	> 1,9	từ 0,5 đến 1,9	< 0,5
12 đến 20	> 2,9	từ 1,3 đến 2,9	< 1,3
20 đến 40	> 5,0	từ 2,9 đến 5,0	< 2,9

CHÚ THÍCH 1 Vấn đề của nước thấm qua đất (dẫn đến sự trương nở và phân tán của đất sét và từ sự phá hủy kết cấu của đất) phụ thuộc không chỉ vào giá trị SAR của đất, là kết quả SAR của nước, mà còn phụ thuộc vào nồng độ của muối ở trong nước (nồng độ chất điện ly). Giá trị SAR càng cao, nồng độ chất điện ly yêu cầu để duy trì các điều kiện di chuyển của nước trong đất một cách hợp lý càng cao. Do đó, mỗi giá trị SAR trong bảng có một giá trị độ dẫn điện tương đương trong đó nó có thể có hoặc không có các vấn đề về tính thấm nước.

CHÚ THÍCH 2 Trong TWW có giá trị SAR cao, thường có nồng độ muối đủ cao để duy trì cấu trúc ổn định của đất và ngăn ngừa các vấn đề về nước di chuyển trong đất. Tuy nhiên, trong khoảng thời gian mưa, đất có giá trị SAR đạt đến cân bằng với giá trị SAR trong TWW, được tiếp xúc với nước mưa có nồng độ chất điện ly tối thiểu. Trong những điều kiện này, tính thấm của nước vào đất sẽ giảm đột ngột (cường độ thấm phụ thuộc vào các tính chất khác của đất) dẫn đến các vấn đề về dòng chảy tràn bề mặt và sỏi mòn.

CHÚ THÍCH 3 Ở Israel, giá trị SAR trung bình hàng tháng cho phép trong TWW được quy định là 5 (mEq/L)^{1/2} với giá trị tối đa là 6,5 (mEq/L)^{1/2}.

Bảng B.5 – Ví dụ về mức cực đại của hệ số mặn trong TWW được sử dụng để tưới theo tính nhạy của cây trồng (dẫn xuất Qui định của Israel để tưới trong điều kiện khí hậu, đất, phương pháp tưới của Israel)

Thông số	Đơn vị	Độ nhạy của cây trồng							
		Nhạy		Nhạy vừa phải		Chống chịu vừa phải		Chống chịu	
		Trung bình hàng tháng	Giá trị tối đa của một lần đo	Trung bình hàng tháng	Giá trị tối đa của một lần đo	Trung bình hàng tháng	Giá trị tối đa của một lần đo	Trung bình hàng tháng	Giá trị tối đa của một lần đo
Độ dẫn điện ^{a,b}	dS/m	1,4	1,8	2,0	2,6	4,0	5,2	6,0	7,8
Clorua	mg/L	250	280	400	440	1000	1100	1400	1500
Bo ^c	mg/L	0,4	0,5	1,0	1,3	2,0	2,6	4,0	5,2
Natri ^d	mg/L	150	200	-	-	-	-	-	-

CHÚ THÍCH 1 Bảng này được lấy từ việc tưới của Israel và Israel và phù hợp với Qui định đã được quốc hội Israel phê duyệt vào Tháng 4 năm 2010; Qui định về sức khỏe cộng đồng (qui định về chất lượng TWW và qui định về xử lý nước thải), 2010 (Tài liệu tham khảo tiếng Hebrew).

CHÚ THÍCH 2 Các giá trị trong Bảng B.3 liên quan đến các điều kiện ở Israel với một số loại cây trồng được tưới bằng tưới có áp nhưng chủ yếu là bằng tưới nhỏ giọt.

CHÚ THÍCH 3 Tính chống chịu của cây đối với độ mặn là sự phản ứng với nồng độ thực của muối trong dung dịch đất. Với chất lượng nước giống nhau, nồng độ muối mà rễ cây được tiếp xúc sẽ phụ thuộc vào hệ thống tưới và quản lý tưới (tần suất tưới). Hàm lượng nước trong đất giữa các lần tưới càng nhỏ, thì nồng độ muối càng cao. Do đó, trong hệ thống tưới nhỏ giọt, nơi mà khoảng cách tưới là gần nhau, có thể sử dụng nước có nồng độ muối cao so với nơi mà cây trồng cùng loại được tưới bằng hệ thống tưới (phun hoặc hệ thống tưới hờ) nơi mà khoảng cách tưới xa nhau và sử dụng lượng nước có sẵn trong đất tương đối lớn hơn so với lần tưới tiếp theo.

^a Tính nhạy của cây trồng đối với độ mặn thường được biểu thị bằng mối tương quan với nồng độ trong đất bùn nhão bão hòa hoặc trong dung dịch đất. Ý nghĩa của các giá trị nồng độ trong nước tưới liên quan đến độ dẫn điện được tính dựa vào tỉ số sau: độ dẫn điện của đất = 1,5 x độ dẫn điện của nước, giả định rằng phần ngấm được cho là 0,2 (20 %)

^b Nồng độ của muối hòa tan trong nước cũng có thể được biểu thị bằng tổng lượng chất rắn hòa tan (mg/L) (TDS). Mối liên hệ giữa độ dẫn điện (EC) và TDS được tính trong Công thức sau:

$$\text{TDS (mg/L)} = \text{EC (dS/m)} \times 640 \quad \text{đối với EC giữa 0,1 và 5,0 dS/m}$$

$$\text{TDS (mg/L)} = \text{EC (dS/m)} \times 800 \quad \text{đối với EC} > 5,0 \text{ dS/m}$$

^c Nồng độ bo được chỉ thị trong Bảng cho biết bo trong nước tưới, tuy nhiên cây trồng phản ứng với bo trong dung dịch đất. Bo là một nguyên tố có thể được hấp phụ bởi đất sét và các chất hữu cơ trong đất. Do đó, phản ứng của cây trồng cùng loại đối với bo trong nước tưới sẽ khác nhau khi hàm lượng sét trong đất khác nhau. Nhìn chung, đối với cùng một nồng độ bo trong nước và cây trồng cùng loại, phản ứng tiêu cực của cây trồng sẽ được giảm khi ở trong đất có hàm lượng sét cao. Hiện tượng này là kết quả của sự hấp thụ bo cao trong đất sét và do đó nồng độ thấp hơn trong dung dịch đất mà từ đó cây hấp phụ bo.

^d Khi natri được quan tâm, nó cũng hấp thụ vào sét trong đất, ảnh hưởng chính là lên cấu trúc và tính chất của đất.

Bảng B.6 – Ví dụ về giá trị trung bình và giá trị cực đại của các nguyên tố hóa học trong TWW

Đơn vị mg/L

Nguyên tố	Số trung bình hàng tháng	Giá trị cực đại trong một lần đo
Nhôm	5	12,5
Berili	0,1	0,25
Cadimi	0,01	0,025
Crôm	0,1	0,25
Coban	0,05	0,125
Đồng	0,2	0,5
Cyanua	0,1	0,2
Flo	2,0	3,0
Sắt	2	5
Chì	0,1	0,25
Liti	2,5	6,25
Mangan	0,2	0,5
Thủy ngân	0,002	0,005
Molybden	0,01	0,025
Niken	0,2	0,5
Selen	0,02	0,05
Vanadi	0,1	0,25
Kẽm	2	5

CHÚ THÍCH 1 Số liệu gốc được sửa đổi từ Tài liệu tham khảo [2].

CHÚ THÍCH 2 Bảng này được thiết lập dựa vào việc tưới của Israel và thỏa mãn các Quy định của Israel đã được quốc hội ban hành vào tháng 4 năm 2010: Quy định về sức khỏe cộng đồng (qui định về chất lượng TWW và qui định về xử lý nước thải), 2010 (Tài liệu tham khảo tiếng Hebrew).

Phụ lục C

(Tham khảo)

Ví dụ các nhóm nhạy của nước dưới đất

C.1 Khát quát

Các nhóm nhạy được xác định chủ yếu trên hàm lượng sét của đất. Nhóm nhạy thứ tư là cho các trường hợp không có tầng chứa nước nào nằm dưới khu vực tưới. Để xác định hàm lượng sét của đất, phân tích sàng lọc đơn giản cần được thực hiện với đất để xác định bất cứ hạt sét nào nhỏ hơn 2 μ m.

C.2 Nhóm nhạy thứ nhất (I)

Độ nhạy cao được đặc trưng bởi sự tồn tại của tầng chứa nước (tầng chứa nước không bị giới hạn) bên dưới khu vực tưới, nơi có hàm lượng sét trung bình nhỏ hơn 15 % trong khoảng 2 m đất trên cùng, hoặc nước dưới đất ở độ sâu nhỏ hơn 5 m.

C.3 Nhóm nhạy thứ hai (II)

Độ nhạy trung bình được đặc trưng bởi khu vực phía trên tầng chứa nước có độ sâu hơn 5 m từ mặt đất và với hàm lượng sét trung bình từ 15 % đến 40 % trong khoảng 2 m đất trên cùng.

C.4 Nhóm nhạy thứ ba (III)

Độ nhạy thấp được đặc trưng bởi khu vực phía trên các tầng chứa nước có độ sâu hơn 5 m, nơi mà hàm lượng sét trung bình lớn hơn 40 % trong khoảng 2 m đất trên cùng.

C.5 Nhóm nhạy thứ tư (IV)

Độ nhạy bằng "zero" được đặc trưng bởi khu vực không có tầng chứa nước nào dưới khu vực tưới và không có dòng thủy văn liên tục (ví dụ như lớp tầng đất cứng), thường chuyển nước đến tầng chứa nước gần đó. Cần phải nhấn mạnh rằng trong trường hợp không biết rõ về địa chất thủy văn dưới đất, thì khu vực cần được coi như có tầng chứa nước bên dưới bề mặt (có nghĩa là nhóm nhạy thứ tư chỉ cần sử dụng khi đã thực hiện kỹ càng các phân tích thủy văn).

Phép đo hàm lượng sét cần được tiến hành ở ít nhất ba địa điểm trên một hecta (ở những khu vực đồng nhất, có nghĩa là không có sự thay đổi về đất).

Nên xem xét mở rộng tiêu chuẩn đo trực tiếp các đặc tính thủy lực khi sử dụng các công cụ chính xác hơn (ví dụ máy đo độ thấm Guelph và máy đo độ thấm tension).

CHÚ THÍCH: Các nhóm nhạy được xây dựng tại Israel.

**Bảng C.1 – Các ví dụ về mức rủi ro của nước dưới đất và nước bề mặt
để xác định ngưỡng nhiễm bẩn của TWW**

Tốc độ thấm			Không thấm vào nước dưới đất	Thấm ít vào nước dưới đất	Thấm trung bình vào nước dưới đất	Thấm cao vào nước dưới đất
			I	II	III	IV
Độ nhạy với nước dưới đất	Tầng chứa nước nông hoặc không có lớp sét bảo vệ	I	1	2	3	3
	Tầng chứa nước sâu với lớp sét bảo vệ	II	1	2	2	3
	Tầng chứa nước sâu có lớp sét dày bảo vệ	III	1	1	2	2
	Không có tầng chứa nước với dòng thủy văn liên tục đến khu vực đó	IV	1	1	2	2
Độ nhạy với nước bề mặt			3	3	2	1
			IV	III	II	I
			Chảy tràn bề mặt cao	Chảy tràn bề mặt trung bình	Chảy tràn bề mặt thấp	Không có chảy tràn bề mặt
			Chảy tràn bề mặt			

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater. Excreta and Greywater, 2006
 - [2] R.S. Ayers, D.W. Westcot Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29. Food and Agriculture Organization. United Nations, Rome, 1994
 - [3] UNEP World Atlas of Desertification. 1997
 - [4] J.D. Rhoades, A. Kandiah, A.M. Mashali 1992. The use of saline waters for crop production. FAO irrigation and drainage paper 48.
 - [5] G.J. Hoffman, J.D. Rhoades, J. Letey Salinity Management. In: Management of Farm Irrigation Systems. Edited by: G.J. Hoffman, T.A. Howell and K.H. Solomon. The American Society of Agricultural Engineers, Michigan, US, 1990, pp. 667–715.
 - [6] E.V. Maas In: Salt tolerance of plants. The Handbook of Plant Science in Agriculture. (B.R. Christie, C.R.C. Press eds.). Boca Raton Florida, 1984
 - [7] K. Schacht, S. Gonster, E. Juschke Evaluation of soil sensitivity towards the irrigation with treated wastewater in the Jordan river region. Water. 2011, 3 (4) pp. 1092–1111
 - [8] Richard G. Allen Pereira, Luis S. Raes, Dirk. Smith, Martin. 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO - irrigation and drainage, paper 56.
 - [9] R.O Berthel and Izumi, Yutaka. 1989. An evaluation of the Smith-Feddes model. Hanscom AFB, Mass.: Air Force Geophysics Laboratory, United States Air Force.
 - [10] TCVN 12180-2 (ISO 16075-2), *Hướng dẫn sử dụng nước thải đã xử lý cho các dự án tưới – Phần 2: Xây dựng dự án*
 - [11] TCVN 12180-3 (ISO 16075-3), *Hướng dẫn sử dụng nước thải đã xử lý cho các dự án tưới – Phần 3: Các hợp phần của dự án tái sử dụng cho tưới*
 - [12] ISO 16075-4, *Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects — Part 4: Monitoring*
-