

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO – BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM

TRẦN KÝ

XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN CHO LAN TRUYỀN NƯỚC
PHÈN TẠI VÙNG TỨ GIÁC LONG XUYÊN VÀ ÁP DỤNG XEM
XÉT MỘT SỐ TÁC ĐỘNG ĐẾN SẢN XUẤT TRONG VÙNG

Chuyên ngành: Kỹ thuật Tài nguyên nước

Mã ngành: 9 58 02 12

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

TP. Hồ Chí Minh-2023

Công trình được hoàn thành tại:

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM

Người hướng dẫn khoa học 1: GS.TS Nguyễn Tất Đắc



Người hướng dẫn khoa học 2: PGS.TS Lương Văn Thanh



Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án cấp Viện
hợp tại Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Vào hồi ... giờ ... phút ngày ... tháng ... năm 2023

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

Thư viện Quốc gia Việt Nam

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ

1. **Trần Ký** (2016), “Đánh giá thực trạng tài nguyên nước của tỉnh Kiên Giang thuộc vùng TGLX thuộc ĐBSCL và đề xuất các giải pháp bảo vệ nguồn nước” *Tạp chí Tài nguyên và Môi trường*, Số 21 (251) Tháng 11/ 2016.

2. **Trần Ký, Nguyễn Tất Đắc** (2018), “Cơ chế hình thành phèn tại vùng Tứ Giác Long Xuyên” *Tuyển tập kết quả Khoa học và công nghệ 2018, Tổng cục Môi trường* Trang 104÷110.

3. **Trần Ký, Nguyễn Tất Đắc** (2020), “Một phương pháp xây dựng mô hình lan truyền nước phèn trên hệ kênh sông ở Đồng bằng sông Cửu Long” *Tuyển tập kết quả KHCN 2019-2020-Số 21, Viện KHTLMN 2020* Trang 106÷112.

4. **Trần Ký**, (2021), “Một mô phỏng lan truyền nước phèn sử dụng mô hình Acid 2020 cho khu vực kênh Hà Giang thuộc vùng Tứ giác Long Xuyên”, *Tuyển tập kết quả KHCN 2021-2022- Số 22, Viện KHTLMN 2022* Trang 249÷260

5. **Trần Ký, Nguyễn Tất Đắc** (2022), “A model for simulation of acid water in canals and linkage to acid sulphate soil model”, *Viet Nam Academy for water resources, Special publication no.1 - ISSN:18559 - 4255, October 2022*. Trang 81÷88.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết luận án

Đất phèn ở Đồng bằng sông Cửu long (ĐBSCL) ước tính có khoảng 1,5 triệu ha, chiếm cỡ 45% diện tích, phân bố chủ yếu trên Đồng Tháp Mười (ĐTM), Bán đảo Cà Mau (BĐCM) và Tứ giác Long xuyên (TGLX). Các quá trình hình thành phèn rất phức tạp, từ các quá trình hóa sinh trong đất, các quá trình thủy văn,... và trong mùa khô, do quá trình mao dẫn các sản phẩm phèn hình thành từ trong đất được chuyển lên lớp đất bề mặt và khi có các trận mưa đầu mùa các sản phẩm phèn bị thủy phân kết hợp với nước mưa hình thành các khối nước có độ phèn cao (rón phèn) đổ vào kênh sông và do các quá trình dòng chảy nói chung hay thủy triều ở ĐBSCL nước phèn lan truyền ra các vùng xung quanh gây ra các tác động xấu cho sản xuất, sinh hoạt và môi trường.

Từ các kết quả đạt được trong thập niên 80 về nghiên cứu cải tạo đất phèn, nghiên cứu quá trình sinh hóa và lan truyền phèn từ trong đất ra hệ thống kênh rạch gây chua nguồn nước được thực hiện bởi dự án “Cải tạo đất chua phèn ĐTM” do Ủy ban sông Mê Công tài trợ làm cơ sở tham khảo đề tác giả xây dựng mô hình lan truyền phèn trên hệ thống kênh rạch cho vùng đất phèn Tứ Giác Long xuyên trong bản luận văn này.

2. Mục tiêu nghiên cứu:

Nghiên cứu bổ xung các phương trình còn thiếu để xây dựng mô hình toán cho lan truyền nước phèn trong hệ thống kênh rạch vùng TGLX vào đầu mùa mưa và áp dụng xem xét một số tác động đến sản xuất trong vùng.

3. Đối tượng phạm vi nghiên cứu:

Đối tượng: Môi trường nước : Trong môi trường nước tác giả tập trung nghiên cứu một số thông số chính như Fe^{3+} , Al^{3+} , SO_4^{2-} và H^+

trong nước kênh theo thời gian và không gian cũng như ảnh hưởng của chúng đối với hệ sinh thái nông nghiệp.

Do vậy trong nội dung nghiên cứu của luận án chỉ tập trung xem xét kết quả sinh phèn gây chua trong thời đoạn đầu mùa mưa khi hình thành dòng chảy từ trên mặt ruộng trong dòng chảy ra hệ thống kênh rạch mà không nghiên cứu quá trình hình thành phèn trong đất.

Môi trường đất : Luận án chủ yếu tập trung nghiên cứu và khảo sát tài liệu từ 2 nguồn: (i) nguồn tài liệu thu thập của các đề tài, dự án đã và đang thực hiện cho vùng nghiên cứu và các vùng tương tự về các thông số sinh phèn, chất gây chua, chất độc cho sinh vật thủy sinh bao gồm dữ liệu từ dung dịch đất, nguồn nước mặt và từ các phẫu diện đất và (ii) nguồn tài liệu đo đạc khảo sát, nghiên cứu, thực hiện do các chuyên gia và đồng nghiệp công tác tại Phân Viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp; Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam và Viện Quy hoạch Thủy lợi Miền Nam đã cung cấp cho tác giả, làm cơ sở tài liệu đánh giá tài liệu tính toán cho mô hình.

Phạm vi: Vùng Tứ giác Long Xuyên, tập trung phân tích kết quả và diễn biến phèn tại khu vực kênh Hà Giang trong tiểu vùng tứ giác Hà Tiên thuộc vùng TGLX.

3. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

Cách tiếp cận: Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu: Cách tiếp cận: Luận án lựa chọn cách đa tiếp cận: (i) Tiếp cận tổng hợp; (ii) Tiếp cận thực tế; (iii) Tiếp cận tích hợp thông tin; *Phương pháp nghiên cứu*: (i) Phương pháp mô hình toán, (ii) ứng dụng các tiến bộ khoa học mới.

4. Điểm mới và sáng tạo:

(1) Luận án đã xác định bản chất phèn cho vùng TGLX, là phèn nhôm và sắt, từ đó sử dụng các quy luật cân bằng hóa học cho các loại phèn này để thiết lập các phương trình toán bổ xung dùng để đóng kín hệ phương trình mô tả quá trình lan truyền của nước phèn trong kênh sông vùng TGLX.

(2) Dựa trên đó xây dựng chương trình máy tính cho tính lan truyền nước phèn một chiều trong kênh sông có tên ACID2020 để tính toán một số thông số đặc trưng cho lan truyền nước phèn trong hệ thống sông/kênh vùng TGLX.

5. Ý nghĩa khoa học: Xây dựng được mô hình lan truyền nước phèn trong kênh sông cho vùng TGLX và công cụ máy tính tương ứng (chương trình máy tính ACID2020) để tính toán lan truyền nước phèn vào đầu mùa mưa.

Đã dùng chương trình ACID2020 tính toán diễn biến phèn và sự lan truyền về định lượng

Làm cơ sở tham khảo cho các công trình nghiên cứu tiếp theo về tính toán lan truyền nước phèn trong kênh sông.

Làm tư liệu tham khảo để giảng dạy trong ngành tài nguyên nước (cho khoa Tài nguyên nước, Đại học tài nguyên và môi trường TPHCM)

Ở mức độ nào đó kết quả của đề tài đóng góp cho đề xuất các cơ sở khoa học nhằm khắc phục ảnh hưởng của quá trình khai thác sử dụng tài nguyên đất (tới chất lượng nước, sinh vật thủy sinh) làm cơ sở cho việc quản lý sử dụng nguồn nước và môi trường vùng TGLX.

6. Ý nghĩa thực tiễn: Kết quả nghiên cứu của luận án góp phần đánh giá và xác định mức độ phèn hóa, và lan truyền chất phèn trong môi trường nước vùng TGLX và áp dụng xem xét một số tác động đến sản xuất trong vùng nhằm phục vụ nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường.

Kết quả của luận án sẽ là tài liệu tham khảo cho công tác đào tạo trong lĩnh vực tài nguyên và môi trường cũng như bổ sung làm phong phú thêm kiến thức trong lĩnh vực nghiên cứu và cải tạo phèn cho vùng TGLX nói riêng và ĐBSCL nói chung,

Ngoài ra kết quả nghiên cứu có thể giúp gợi ý cho việc thiết kế hợp lý hệ thống công trình kênh rạch, giúp đưa ra các phương án quy hoạch, các giải pháp kiểm soát và đánh giá tác động môi trường.

Chương 1: TỔNG QUAN

1.1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VỀ ĐẤT PHÈN

Khái niệm đất phèn: được dùng để chỉ các đất và vật liệu mà kết quả của quá trình hình thành đất sản sinh ra một lượng axit sulphuric (H_2SO_4) có ảnh hưởng đến những đặc tính chủ yếu của đất (L. J. Pons, 1973).

Từ năm 1735, Peelman đã phát hiện ra một loại khoáng biến thành đất chua và được mang tên là Agrilla Vitrolacea, Tác giả cho rằng, đất phèn xuất hiện ở vùng ven biển, trên đá trầm tích kỷ Cambri. Doyne (1937) cho rằng lưu huỳnh (S) của đất phèn có nguồn gốc từ nước biển và cây sú, vẹt chính là nguyên liệu chính để hình thành lên đất phèn.

Theo Lê Huy Bá (2003), về nguồn gốc phát sinh và quá trình hình thành đất phèn đã được nghiên cứu từ lâu và được nhiều tác giả đề cập đến với những quan điểm khác nhau.

Nghiên cứu và sử dụng đất phèn đã được các nhà khoa học đất nghiên cứu từ lâu tại các nước phát triển nhưng mãi tới năm 1972 hội nghị đất phèn lần thứ nhất được tổ chức tại trường đại học Wageningen của Hà Lan nhằm thống nhất các phương pháp nghiên cứu; các tiêu chuẩn đánh giá, phân loại đất phèn; và thông báo các kết quả nghiên cứu cũng như các kinh nghiệm nghiên cứu và cải tạo đất phèn của các Quốc gia trên Thế giới. Đến hội nghị đất phèn Thế giới lần thứ tư tổ chức tại Tp. Hồ Chí Minh tháng 3/1992 [Selected Papers of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils, HCM City, Vietnam, March 1992] lực lượng các nhà khoa học nghiên cứu về đất phèn trên Thế giới đã tăng lên đáng kể, một số thiết bị, máy móc phục vụ công tác nghiên cứu trong lĩnh vực này cũng được cải tiến và hiện đại hóa. Các phòng thí nghiệm của các Quốc gia đã cơ bản thống nhất với nhau về phương pháp phân tích đất (chủ yếu là phương pháp đã được đề xuất của Hà Lan, Mỹ và Bỉ) và thống nhất chọn hai hệ thống tiêu

chuẩn phân loại đất là tiêu chuẩn Taxonomy của Mỹ và tiêu chuẩn của Fao-Unesco.

Từ những năm 1980 các tác giả trong nước đã nghiên cứu quản lý và cải tạo đất phèn ĐBSCL.

Đặc tính biến đổi hóa học trong đất phèn là rất phức tạp, phụ thuộc vào điều kiện khí hậu, địa hình và chế độ nước của từng khu vực và sự tham gia của các vi sinh vật. Có 3 quá trình hóa học chính trong việc hình thành và phát triển của đất phèn: (i) Quá trình hình thành pyrite, (ii) Quá trình oxy hóa, và (iii) Quá trình khử.

Đất phèn, xét về mặt tính chất và bản chất của nó chính là xét về mặt độc chất (các ion Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , SO_4^{2-} , Cl^- ...) với lượng của các độc chất có trong dung dịch nước, đất, cây cối và trong cơ thể con người. Những ảnh hưởng của các độc chất có nguồn gốc từ hiện tượng oxy hóa đất phèn là rất đa dạng, biến động mạnh và hầu như không thể đảo ngược được, ảnh hưởng nhiều đến sự sinh trưởng và năng suất trong sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là với cây lúa và sự sinh sản và phát triển của nuôi trồng thủy sản, cần phải được tiến hành một cách vô cùng cẩn thận, trên cơ sở của những hiểu biết được định lượng hóa. Nhiều bài học đắt giá về sự phá hủy cân bằng sinh thái trên vùng đất phèn cho đến nay vẫn còn nguyên giá trị.

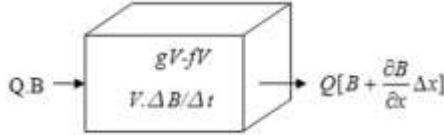
1.2. MÔ HÌNH LAN TRUYỀN PHÈN TRONG NƯỚC

Với bài toán lan truyền phèn, vì là chất không bảo toàn, có sự tham gia (về mặt hóa sinh) đồng thời của một số yếu tố cho nên bài toán gặp rất nhiều khó khăn và còn ít được nghiên cứu, vì vậy trong luận án tập trung vào bước thứ nhất của xây dựng mô hình toán là phương pháp thiết lập các phương trình cơ bản cho quá trình lan truyền nước phèn trong kênh sông và thực hiện một số thử nghiệm để thấy tính hợp lý của mô hình thiết lập. Các bước còn lại sẽ lướt qua và cố gắng tận các kết quả đã có cho các chất bảo toàn.

a) Quá trình lan truyền chất:

Các chất lan truyền (B) tuân thủ luật bảo toàn khối lượng, được toán học hóa bằng biểu thức (1) và mô tả bằng hình vẽ sau:

$$Q \cdot B + gV - \left[Q \left(B + \frac{\partial B}{\partial x} \Delta x \right) + fV \right] = \frac{V \cdot \Delta B}{\Delta t} \quad (1)$$



Sau một số biến đổi phương trình (1) có thể chuyển về dạng sau cho dòng chảy một chiều trên kênh sông:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + U \frac{\partial S}{\partial x} = E \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} - \sigma S + \phi(S_i) \quad (2)$$

Trong đó S là nồng độ một chất bất kỳ, còn S_i là nồng độ chất khác S cùng tham gia vào quá trình. Với $\sigma > 0$. E là hệ số tán xạ (dispersion), Φ là hàm số của các ẩn S_i khác tùy thuộc vào mối quan hệ cụ thể. Vì tính phức tạp của (2) phải xây dựng các thuật toán chuyên biệt cho quá trình giải số. Trong phần dưới sẽ giới thiệu một trong các phương pháp được áp dụng cho việc giải phương trình lan truyền dạng hyperbolic (không có số hạng đạo hàm bậc 2).

b) Phương pháp giải:

Phương trình (2) thể hiện sự xảy ra đồng thời của các quá trình lan truyền và phân tán theo dòng chảy với vận tốc U và hệ số phân tán E . Hai số hạng cuối của (2) là thể hiện quá trình phát sinh hay mất đi do các quá trình tương tác hóa sinh. Với nhiều quá trình như vậy, để đơn giản trong toán học người ta phân nhỏ thành từng quá trình, gọi là phương pháp phân rã, trong đó quá trình tải theo dòng chảy sẽ là quá trình chủ đạo. Trong điều kiện thủy văn vùng triều quá trình tải theo dòng chảy được mô tả bởi phương trình:

$$\frac{\partial S_t}{\partial t} + U \frac{\partial S_t}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

Với Sr là nồng độ do quá trình tải, đóng vai trò quan trọng, các quá trình khác đóng vai trò hiệu chỉnh trong một bước thời gian. Các phương pháp giải số (3) thường gặp hiện tượng khuếch tán số làm sai lệch nghiệm số. Nhằm giảm tối đa hiện tượng khuếch tán số này bằng phương pháp đường đặc trưng dùng để giải (3).

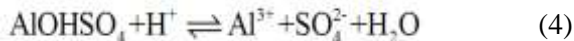
CHƯƠNG 1: Chương 2 :MÔ HÌNH LAN TRUYỀN PHÈN TRONG SÔNG KÊNH

2.1. NGUYÊN LÝ THIẾT LẬP CÁC PHƯƠNG TRÌNH TOÁN HỌC CHI PHỐI QUÁ TRÌNH LAN TRUYỀN NƯỚC PHÈN TRÊN KÊNH SÔNG

Về đơn vị đo: Trong hóa học đơn vị thường được sử dụng cho nồng độ là Mol. Đây là trọng lượng phân tử tính bằng gam, một khái niệm định lượng quan trọng, vì mỗi một Mol gồm cùng một số lượng các phân tử. Tuy nhiên trong thực tế đo đạc hay trong phòng thí nghiệm đơn vị mg/L (hay g/L), tùy từng trường hợp cụ thể, cũng thường được dùng để đo nồng độ, vì vậy khi sử dụng trong tính toán phải chuyển đổi về cùng một đơn vị.

- *Xác định cân bằng cho phèn nhôm và sắt ở Đồng Tháp Mười và Tứ giác Long Xuyên:*

Theo Nguyễn Thành Tín 1990), cân bằng Jurbanite cho phèn nhôm ở vùng Tân thành, Đồng Tháp Mười tuân thủ theo cân bằng :

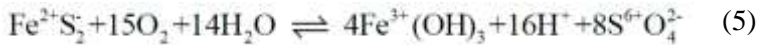


Môi trường nước: $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$

$$\Rightarrow pH = pSu + pAl + d$$

Cân bằng này cũng thấy cho phèn nhôm trong vùng TGLX. Còn theo Đặng Trung Thuận (2005) trong vùng TGLX các khoáng sulfua rất phổ biến. Khi pyrite bị phong hóa thì sản phẩm cuối cùng là oxit sắt, hợp chất này khó hòa tan và tích đọng dưới dạng màu nâu. Các sản phẩm này cũng phổ biến ở vùng TGLX.

Quá trình oxy hóa pyrite FeS_2 thành oxit sắt có thể xảy ra theo một loạt phản ứng hay tương đương với phản ứng cân bằng:



Các phương trình cân bằng này sẽ được sử dụng để thiết lập các mối quan hệ trong thiết lập mối quan hệ toán học trong mô hình lan truyền nước phèn.

Có thể thiết lập mối quan hệ sau để mô tả nước phèn nhôm:

$$\text{H.Su} \frac{d\text{Al}}{dt} + \text{H.Al} \frac{d\text{Su}}{dt} - \text{Al.Su} \frac{d\text{H}}{dt} = 0 \quad (6)$$

$$\text{pH} = \text{pSu} + \text{pAl} + d \quad (7)$$

Với d là hằng số còn Al , H , SO_4/Su là nồng độ tức thời nhôm, Hydrogen, và sulphat tại một điểm x , y , z , t .

Với vùng Tứ giác Long Xuyên: Các nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng cân bằng jurbanite cho nhôm và jarosite cho sắt (mối tương quan tuyến tính giữa pH , Al và SO_4 hoặc giữa pH , Fe và SO_4)

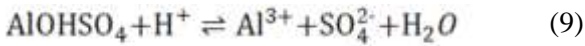
Tương tự như (7), với cân bằng cho khoáng sắt, ta có phương trình sau đây để tính độ pH :

$$\text{pH} = \alpha\text{pSu} + \beta\text{pFe} + m \quad (8)$$

Với m , α , β là hằng số còn Fe , H , SO_4/Su là nồng độ tức thời sắt, Hydrogen, và sulphat tại một điểm x, y, z, t .

Các đạo hàm theo thời gian của nhôm, Hydrogen, sunphate hay Fe ngoài việc tuân thủ các luật bảo toàn khối lượng vật chất, còn phải tuân thủ thêm các quy luật cân bằng sinh hóa, vì thế việc thiết lập và giải các bài toán lan truyền khó khăn và phức tạp hơn nhiều so với các bài toán lan truyền một chất bảo toàn, chẳng hạn như lan truyền nước mặn. Mặc dù ở các dạng phức tạp khác nhau nhưng chúng đều có dạng chung của phương trình lan truyền và từ đó có thể áp dụng các phương pháp phổ biến để giải số các phương trình này. Dưới đây sẽ giới thiệu

ngắn gọn phương pháp đã áp dụng cho phen nhôm với cân bằng jurbanite (6) (7):



2.2. LAN TRUYỀN PHÈN TRONG SÔNG KÊNH

Với một hệ thống nhiều kênh sông, các nhánh sẽ nối với nhau tại các điểm hợp hay phân lưu (thường được gọi là điểm nút); trong trường hợp này nếu biết được nồng độ tại các hợp lưu thì bài toán đưa về giải cho từng nhánh sông đơn. Vì thế bài toán lan truyền phải được xét trong hệ thống kênh. Bằng cách áp dụng phương pháp đường đặc trưng, khi dòng chảy hướng về các hợp lưu thì nồng độ tại các mặt cắt áp sát hợp lưu có thể tính được nhờ giải phương trình tải thuần túy, số hạng khuếch tán xem như đã biết (hay được đánh giá) tại lớp thời gian trước. Như vậy khi dòng chảy hướng tới hợp lưu tại các nhánh khác nhau không bắt buộc có nồng độ giống nhau (như các mô hình hiện có). Điều kiện duy nhất phải tuân theo là bảo toàn vật chất tại hợp lưu để tổng lượng vật chất vào hợp lưu bằng tổng lượng ra khỏi hợp lưu. Từ đó ta có điều kiện sau đây cho nồng độ chất tại các hợp lưu (hay phân lưu).

$$S_N = \frac{\sum_i Q_i^V S_i}{\sum_j Q_j^R} \quad ; \quad \sum_i Q_i^V = \sum_j Q_j^R \quad (10)$$

Trong đó S_N là nồng độ tại các mặt cắt chảy ra khỏi hợp lưu, S_i , Q_i^V là nồng độ và lưu lượng tại các mặt cắt áp sát hợp lưu của các nhánh chảy vào hợp lưu (tất nhiên chảy vào hoặc chảy ra là tùy thuộc từng thời điểm). Q_j^R là lưu lượng tại các mặt cắt áp sát hợp lưu của các nhánh chảy ra. Khi đã có giá trị nồng độ tại các hợp lưu kết hợp với điều kiện biên bài toán đưa về giải cho từng nhánh sông.

Tất nhiên để giải được bài toán lan truyền phải có trường vận tốc U dọc theo dòng chảy. Với bài toán dòng chảy đã có nhiều phần mềm

đang được sử dụng, với bài toán kênh sông phần mềm Mike11 của DHI đang được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, như đã nêu ở trên, để thuận tiện và chủ động, trong nghiên cứu này tác giả đã sử dụng phần mềm DELTA của GS.TS Nguyễn Tất Đắc, phần mềm này đã được áp dụng cho nhiều dự án sử dụng nước ở ĐBSCL.

2.3. LAN TRUYỀN PHÈN TRONG Ô RUỘNG

Với giả thiết nước phèn trong từng ô ruộng được hòa đều thì các phương trình cân bằng trong từng ô ruộng trở nên đơn giản như được trình bày dưới đây.

Giả sử V là thể tích tổng thể của từng ô ruộng (trong thực hành nếu ô ruộng quá lớn có thể chia ra thành các ô ruộng nhỏ hơn), C là nồng độ của chất sinh phèn trên ô ruộng, C_s là nồng độ chất sinh phèn trong dòng trao đổi (chảy vào và chảy ra) giữa kênh và ô ruộng với lưu lượng Q_s còn mưa rơi trên ruộng được ký hiệu là Q_r , Q_e là lưu lượng bốc hơi. Với ký hiệu như vậy, phương trình cân bằng cân bằng thể tích nước trong ô ruộng sẽ là (11):

$$\frac{dV}{dt} = Q_r + Q_s - Q_e \quad (11)$$

Và phương trình cân bằng cho chất sinh phèn trong ô ruộng sẽ là (12):

$$\frac{d(V.C)}{dt} = Q_s.C_s + F(C_g) \quad (12)$$

Trong đó $F(C_g)$ là tổng khối lượng chất sinh phèn từ dưới đất với nồng độ C_g , hoặc từ các nguồn khác nhau.

Việc xác định C_g bằng mô hình sẽ rất phức tạp và khó khăn, mục đích của nghiên cứu là xem xét quá trình lan truyền trên kênh, vì thế để đơn giản, trong luận án đã đề nghị sử dụng phương pháp tính toán C_g bằng công thức (13) sau đây:

$$C_g = \sum_i C_{oi} e^{-a_0(t-t_0)} \quad (13)$$

Trong đó C_{oi} là nồng độ chất gây phen ban đầu lúc bắt đầu mùa mưa trên mặt ruộng (hồ) tại điểm i ; a_0 là hằng số phụ thuộc một số yếu tố, hằng số này được xác định qua số liệu đo đạc. Bằng cách sai phân, phương trình (13) đưa về dạng (14) sau:

$$V.C = V'.(C' + \alpha I.C_g) + Qs.Cs. t \quad (14)$$

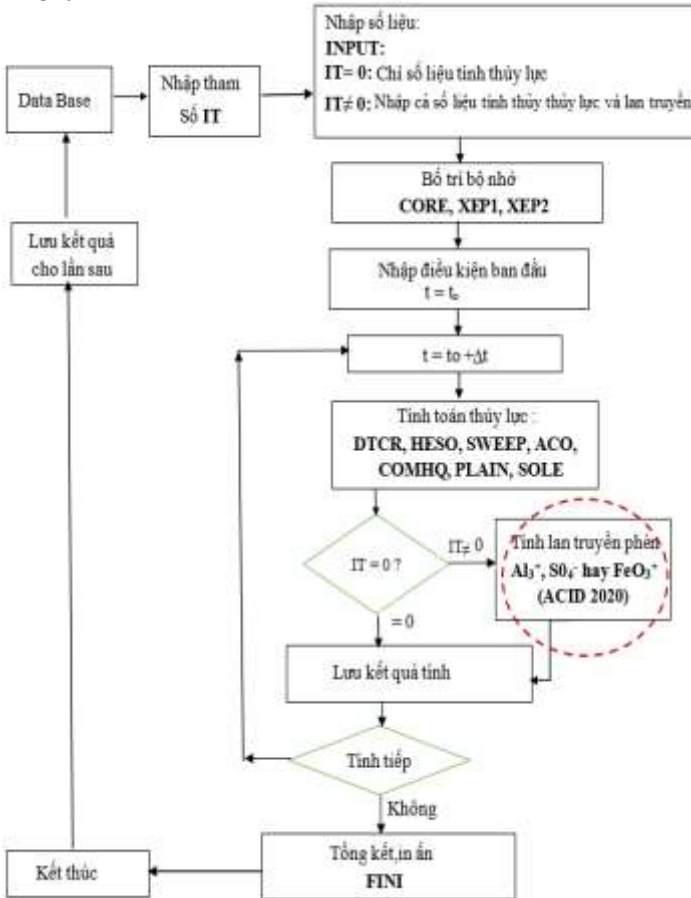
Trong đó AI là hằng số đặc trưng cho quá trình hòa tan từng phần trong ô ruộng tại thời điểm t . V' và C' là thể tích nước và nồng độ chất sinh phen trong ô ruộng tại thời điểm trước; C_s là nồng độ chất sinh phen trong kênh nếu nước chảy ngược từ kênh vào ô ruộng và bằng nồng độ chất sinh phen C' trong ô ruộng trong trường hợp ngược lại (lưu ý rằng trong vùng triều nước có thể chảy từ ô ruộng ra kênh khi triều xuống và chảy từ kênh vào ô ruộng khi triều lên). Như vậy một khi đã biết đặc trưng dòng chảy từ tính toán thủy lực thì dễ dàng tính toán nồng độ chất sinh phen C trong các ô ruộng nhờ công thức (14).

2.4. CHƯƠNG TRÌNH MÁY TÍNH ACID2020

Dựa trên thuật toán đã mô tả tóm tắt ở các phần trên một chương trình máy tính đã được viết để thử nghiệm tính lan truyền nước phen cho vùng TGLX mang tên **ACID2020**. Phần mềm này sử dụng ngôn ngữ Digital Visual Fortran, chạy trên hệ điều hành 64bit. Phần mềm ACID2020 tính lan truyền nước phen nhôm (hay sắt) trong kênh sông (chủ yếu vào đầu mùa mưa), được hoàn thiện vào tháng 3 năm 2020. Trong ACID2020 gồm có phần tính thủy lực kênh sông dựa trên thuật toán và code của phần mềm DELTA. Sơ đồ khối của chương trình ACID2000 như **Hình 1**.

Phần tính phen bao gồm các Subroutines (chương trình con) cho tính nhôm Al^{+3} , sulphate SO_4 hay sắt Fe. Thuật toán của các

Subroutine này dựa theo thuật toán mô tả trong luận văn được mô tả ở phần trên. Các Subroutine này do NCS thực hiện dưới sự hướng dẫn của GS Nguyễn



Hình 1: Sơ đồ làm việc của chương trình tính phèn ACID2020 ghép với phần tính thủy lực DELTA

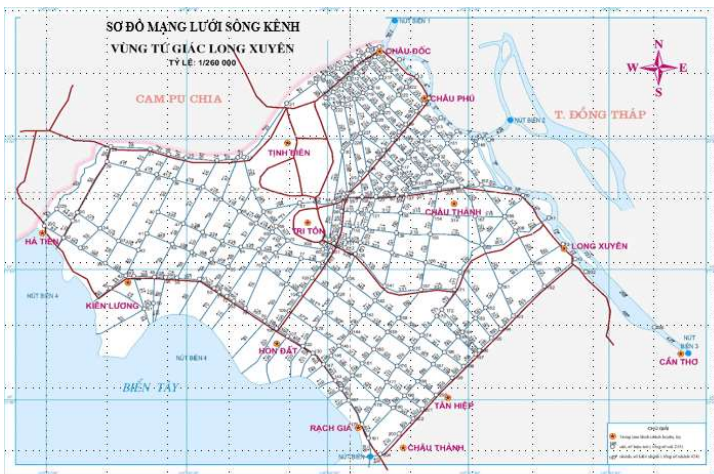
ACID2020 gồm phần chương trình chính MAIN để khởi đầu chương trình, các Subroutine để bố trí bộ nhớ, đọc số liệu, tính toán, in ấn. Có một số subroutine (tính thời gian, ngày tháng, CPU time,...) lấy từ thư viện **DFLIB**. Phần lập trình cũng khá phức tạp Trong khuôn

khổ luận án GS.TS Nguyễn Tất Đắc và tác giả luận án muốn đưa ra code của phần tính nhôm và tính sulphate để người đọc quan tâm có thể tham khảo. Để có chương trình thực thi (.exe) phải dùng các compiler Fortran để biên dịch sau đó phải chuẩn bị các file số liệu đầu vào, tên các file số liệu đầu vào được liệt kê trong file có tên “Fvao.txt”, chương trình ACID2020.exe sẽ tìm các file đã liệt kê trong Fvao.txt để tìm kiếm số liệu rồi mới thực hiện tính toán.

CHƯƠNG 2: Chương 3 : ỨNG DỤNG CHƯƠNG TRÌNH ACID2020 MÔ PHỎNG LAN TRUYỀN PHÈN KHU VỰC KÊNH HÀ GIANG

3.1. SƠ ĐỒ TÍNH

Sơ đồ tính toán bao gồm 1061 mặt cắt (hay điểm tính toán), 424 nhánh sông, 233 nút hợp lưu, 05 biên thủy lực là mực nước Châu Đốc, Vàm Nao, Cần Thơ, Rạch Giá, Hà Tiên. Các trạm mưa gồm Châu Đốc, Long Xuyên, Rạch Giá, Hà Tiên. Các công trình gồm đập cao su Thala, Trà sư (đã thay bằng cống đập bê tông), 23 cống ngăn mặn dọc bờ biển.



Hình 2: Thiết lập sơ đồ tính mạng lưới sông kênh cho vùng TGLX

Số liệu đầu vào: Tài liệu địa hình phần lớn được đo đạc cho tới năm 2011, có bổ sung một số đợt đo mới gần đây. Tài liệu thủy văn lấy năm 2016.

Thời gian mô phỏng: Vì xét ảnh hưởng phèn vào đầu mùa mưa nên tập trung khai thác kết quả của tháng 5 đến tháng 6 năm 2016 (thời gian mô phỏng có thể đến tháng 9); **Nguồn phát thải:** từ nước phèn trong một ô ruộng có diện tích **10ha thuộc khu vực kênh Hà Giang** lan truyền ra ngoài kênh (Khi mưa xuống nước mưa thủy phân, đã rửa trôi lượng nước Acid trong đất xuống kênh rạch gây chua phèn). **Tại các biên thủy lục và biển** (Châu đốc, Vàm Nao, Long Xuyên, Rạch Giá, Hà Tiên, các cống ra biển) là nước không có phèn (độ pH trên 6). Các giá trị nhôm và sulphate ban đầu trong ruộng tương ứng với **pH=2.9**. Khi lan truyền ra kênh sau một thời gian, dưới tác dụng của mưa và dòng triều, giá trị pH sẽ tăng dần (Xem đồ thị biến đổi phèn theo thời gian, các hình dưới). **Bước thời gian tính toán:** $\Delta t = 900s$ (15 phút)

3.2. KẾT QUẢ TÍNH

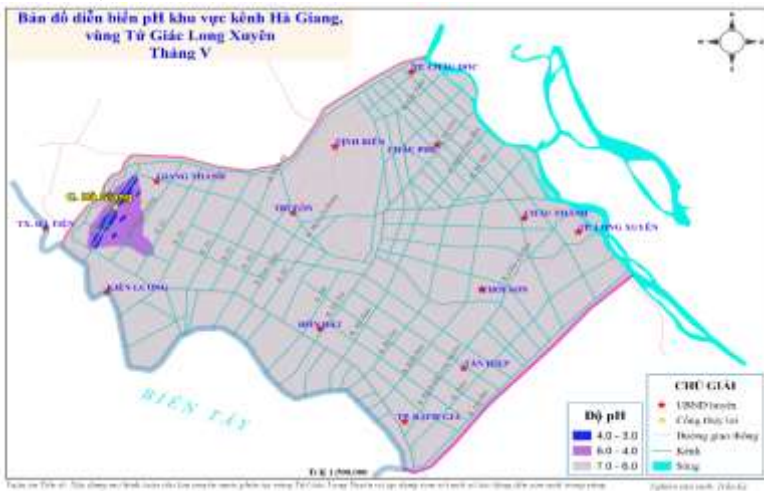
Giá trị pH tháng 5:

Biến đổi theo thời gian: Thời kỳ đầu mùa mưa tháng 5, đại bộ phận các kênh rạch trong khu vực mực nước đều thấp hơn mặt ruộng, nên việc nước mưa chảy tràn trên mặt ruộng tiêu chua và tự chảy được thực hiện dễ dàng. Xu thế chung là nước mưa chảy truyền theo các kênh trục ra phía biên Tây.

Sau các trận mưa lớn đầu mùa, nước mưa cuốn trôi phèn trên bề mặt ruộng sau đó chảy tràn vào những đoạn kênh nội đồng, lúc này mực nước tại các kênh nội đồng rất thấp nhiều đoạn kênh còn rất ít, có những đoạn kênh cạn kiệt đáy kênh khô nứt nẻ, vũng bùn sên sệt chính là (những ổ phèn tại chỗ) của vùng, bị nước mưa chảy tràn hoà tan và cuốn trôi rồi chảy tập trung xuống kênh mương của vùng, nước nhiễm phèn này chảy vào các kênh trục rồi lại lan truyền ra các kênh nội đồng

xung quanh vùng TGHT hình thành một trung tâm chua phèn tại khu vực TGHT, nước ở các kênh rạch bắt đầu chua nhiều từ tháng V, chua phèn trong vùng phát triển nhanh, đường đồng mức có lúc này giá trị pH từ $2.99 \div 5.03$ bao trùm hầu hết vùng Bắc kênh Hà Giang, sau đó đường đồng mức $pH \leq 4$ trên kênh Hà Giang lan truyền sang các kênh lân cận (như: kênh Trà Phô, kênh Quốc Phòng các kênh nội đồng và lan ra hướng kênh Nông Trường) dòng chua phèn bị đẩy dồn về hướng biển Tây.

Biến đổi theo không gian: Diện tích chua phèn lan truyền theo đường đồng mức với giá trị $pH = 2.86 \div 5.50$ có thay đổi từ Đầu Kênh kênh Hà Giang dồn từ đầu kênh theo xu hướng dịch chuyển theo kênh Hà Giang về hướng kênh RGHT ra biển Tây ngoài ra nước phèn lúc này còn lan truyền về hướng kênh Trà Phô, kênh Quốc Phòng và các kênh nội đồng, cộng với lượng phèn có tại chỗ của các kênh này lan truyền tiếp tục lan truyền tới kênh nội đồng lân cận, nguyên nhân chua là do các Ion gây chua trong đất bị nước mưa hòa tan làm cho nước trên ruộng bị chua, sau đó cuốn trôi chảy xuống kênh làm cho nước trên kênh bị chua



Hình 3: Bản đồ diễn biến phèn tháng 5

Trong tháng 5: Từ 1/05/÷15/05 giá trị pH dao động từ 2.86 ÷ 3.87 tại mặt cắt (28); dao động từ 2.86 ÷ 4.62 tại mặt cắt (29A; 30A) 02 mặt cắt này là thượng và hạ lưu cống Hà Giang lan truyền với diện tích nhỏ, tuy nhiên giá $\text{pH} \geq 5,0$ lan truyền tương đối lớn sang 2 phía bờ trái và phải của kênh Giang qua các kênh nội đồng nhỏ theo hướng về Sông Giang Thành và kênh Nông Trường, ở tại mặt cắt 34 thời điểm từ 1/05/÷15/05 giá trị pH dao động từ pH từ 4.98 ÷ 5.03, mặt cắt 34 của kênh Nông Trường khu vực này có vị trí xa nguồn từ nguồn phèn của kênh Hà Giang mà chỉ chịu tác động bởi nước mưa cuốn trôi lượng phèn có tại chỗ nhưng do có nhiều kênh nội đồng nhỏ nên phèn được nước pha loãng nên giá trị $\text{pH}=4.98\div 5.03$, tăng lên so với khu vực kênh Hà Giang.

Nguyên nhân do nước mưa từ các trận mưa thau rửa chua phèn trên bề mặt đồng ruộng đất phèn nặng trong khu vực kênh Hà Giang lan truyền ra xung quanh. Thời điểm này đây là trung tâm phèn nặng, nước phèn có màu đỏ gỉ sắt hay màu xanh đen, giá trị pH là thấp nhất và dao động từ 2.99 ÷ 3.00. hiện tượng này cho thấy vì đây là vùng trũng đất phèn nặng, tích nước mưa và nước phèn dồn lại tại chỗ, không có nước phù sa sông Hậu chảy đến.

Từ các phân tích trên cho thấy giá trị của pH tăng tại khu vực kênh Hà Giang tại (tháng 5), độ pH tăng hay giảm tùy theo tình hình mưa và tình hình xả nước chua ở khu vực và các trận mưa đầu mùa cuốn trôi các sản phẩm sinh phèn nằm trên mặt ruộng bị thủy phân tạo thành các ổ phèn (hay các ao nuôi thủy sản cạn nước, những đoạn kênh cạn kiệt, ruộng trũng chính là những ổ phèn tại chỗ) và giả thiết rằng khi mưa nước sẽ cuốn theo những ổ phèn trên mặt đất và tự chảy từ mặt ruộng vào các rạch nhỏ, ao, khi mực nước trong rạch, ao/ruộng cao tới mức nào đó sẽ tràn ra kênh và lan truyền tới các kênh rạch khác xung quanh gây ô nhiễm cho nước sinh hoạt hay nước sản xuất của các vùng xung quanh (diễn biến phèn tại hình 3)

Giá trị pH tháng 6:

Biến đổi theo thời gian: Do những trận mưa của vùng và tình hình xả nước chua ở khu vực, nước ở các kênh rạch bắt đầu chua nặng từ nửa cuối tháng 5 ÷ 6, diện tích chua với $\text{pH} \geq 6.0$ phát triển rộng trong tháng 6, thời gian chua kéo dài tới tháng 7 (tùy thuộc vào năm lũ sớm hay muộn, to hay nhỏ), đường đồng mức $\text{pH} = 6.0$ với diện tích nhỏ và gần thượng kênh và thượng lưu cống Hà Giang sau đó lan truyền theo các rạch nhỏ xung quanh, tuy nhiên do lúc này có một lượng nước mưa của khu vực bắt đầu xuất hiện nhiều nên nước mưa sẽ chảy vào kênh rạch của khu vực lúc này phèn sẽ được pha loãng bớt, Giá trị $\text{pH} \geq 6.0$ lan truyền theo kênh Trà Phô, kênh Quốc Phòng và các kênh nội đồng giao nhau với kênh Hà Giang và lan truyền theo hướng về 2 phía và cuối kênh Hà Giang giao với kênh Rạch Giá - Hà Tiên, hướng kênh Nông Trường. Sau đó nước phèn theo xu hướng dần dần về hướng biển Tây (diễn biến phèn tại hình 4), Hướng tiêu chua chính là theo kênh Hà Giang chuyển về phía kênh Rạch Giá - Hà Tiên sau đó đổ ra biển Tây. Các kênh nội đồng bị ảnh hưởng phèn bởi thủy triều từ sông Hậu và nước chua sẽ di chuyển và lan truyền khi bị ảnh hưởng vào lúc chân triều.

Trong tháng 6: Từ 1/06 ÷ 15/06 giá trị pH dao động từ 6.01 ÷ 6.12 tại mặt cắt (28); dao động từ 6.02 ÷ 6.15 tại mặt cắt (29A; 30A) M/c này là thượng và hạ lưu cống Hà Giang lan truyền với diện tích nhỏ, tuy nhiên giá trị $\text{pH} > 6.0$ lan truyền tương đối lớn sang 2 phía bờ trái và phải của kênh Hà Giang hướng về Sông Giang Thành và kênh Nông Trường, ở tại mặt cắt 34 thời điểm từ 1/06 ÷ 15/06 giá trị pH dao động từ pH từ 6.57 ÷ 6.75, mặt cắt 34 tại (kênh Nông Trường) do khu vực này có nhiều kênh nội đồng nên sự lan truyền giảm xuống cho dù

lên dần phần lớn diện tích vùng TGHT lúc này giá trị pH =6.0 cũng không nhiều chủ yếu tập trung trong khu vực kênh Hà Giang, giá trị pH ≥ 6.75 lan truyền ra khu vực xung quanh kênh Hà Giang với diện tích khá lớn, Tiếp đó lượng nước chua phèn này lan từ đầu đến cuối trục kênh rồi lan sang nguồn khác như Kênh trà Phô, kênh Quốc phòng, kênh nội đồng và dồn về hướng kênh Rạch Giá–Long Xuyên. Hướng tiêu chua chính là theo các kênh trục Hà Giang chuyển về phía biển Tây.

Tại đây nước phèn có màu xám hay màu rêu chứa nhiều cặn lắng hạt phù sa, độ pH tương đối cao từ 6.01 ÷ 6.75. Nguyên nhân do lúc này đã có nước mưa và nước phù sa sông Hậu chảy qua, các ion phèn bị pha loãng đã làm kết tủa các hạt phù sa trong nước. Nước ở đây bị pha loãng phèn nhẹ tại chỗ và vừa nhiễm phèn “ngoại lai” từ thượng nguồn kênh mang tới.

Tại mặt cắt 34 thời điểm từ 1/06÷15/06 giá trị pH dao động từ pH từ 6.57 ÷ 6.75, tại đây chính là kênh Nông Trường do sự lan truyền tới vị trí này đã xa nguồn phèn tính toán nên nước phèn tại các kênh nội đồng mà dòng lan truyền đi qua bị nước mưa và dòng nước tại chỗ cũng như nước từ kênh Vĩnh Tế về pha loãng giá trị pH tăng lên.

Với hướng vận động của dòng chua phèn trong TGLX được sản sinh trong mùa mưa từ trên bề mặt đồng ruộng, được dòng chảy (mưa rào tại chỗ và dòng chảy tràn lan truyền vào các kênh nội đồng tiếp tục chảy vào trục kênh chính đổ vào kênh RGHT rồi tiêu ra biển Tây qua các cửa mặn như vừa trình bày trên.

Mối quan hệ giữa pH, mực nước và thời gian: So với khu vực Đồng Tháp Mười, thì chế độ nước của vùng Tứ giác Long Xuyên có khác về chế độ lũ, chế độ mưa phẩm chất nước phèn và khả năng rửa phèn. Chế độ mưa: Ở Tứ giác Long Xuyên lượng mưa lớn tập trung. Con số thống kê nhiều năm cho biết: tổng lượng mưa khoảng 2.100÷2.200 mm, lượng mưa tập trung chủ yếu vào mùa mưa, chiếm

từ 90÷93% tổng lượng mưa cả năm. Lượng mưa năm lớn nhất tại Rạch Giá 2.136 mm, Hà Tiên 1.995 mm, Tân Hiệp 1.841 mm, Long Xuyên 1.599 mm, Châu Đốc 1.254 mm,... Số ngày mưa trung bình năm khá cao, tại Rạch Giá 159 ngày, Tân Hiệp 131 ngày, Long Xuyên 120 ngày, Châu Đốc 107 ngày. khoảng 80% tổng lượng mưa tập trung vào mùa mưa. Mưa bắt đầu sớm (tháng 4) và kéo dài đến tháng 12. Sự xuất hiện của các trận mưa rất mau lẹ (gần biển). Chế độ mưa như vậy, có điều kiện thuận lợi cho việc rửa phèn đầu vụ và bố trí thời vụ.



Hình 5: Biểu đồ diễn biến pH và mực nước theo thời gian, tại mặt cắt 96 (nhánh 30) thuộc kênh Hà Giang theo trong tháng 5

Từ kết quả tính toán trên các biểu đồ diễn biến pH với thời gian (tháng 5, 6); biểu đồ diễn biến pH với mực nước (tháng 5, 6), cho thấy vào tháng 5 bắt đầu có mưa giá trị pH tăng dần từ xấp xỉ (trong khoảng 10-15 ngày vào tháng 5 giá trị pH 3 ÷ 5, cho đến tháng 6 mưa nhiều mực nước tăng nhanh, mực nước tăng dần pha loãng nồng độ ion, làm cho pH tăng lên dần và đạt giá trị từ 6,01 cho đến lớn dần vào tháng 6



Hình 6: Biểu đồ diễn biến pH và mực nước theo thời gian, tại mặt cắt 96 (nhánh 30) trong tháng 6

Giá trị Sulphate: Hầu hết hàm lượng sulphate trong nước đều thấp hơn so với quy chuẩn QCVN 39:2011/BTNMT (600mg/l) dành cho nước tưới tiêu theo, hàm lượng SO_4^{2-} tính toán dao động từ 0.49 mg/l ÷ 82.40 mg/l. Riêng tại vị trí 29A và 30A, Sulphate vượt rất nhiều lần so với QCVN 39:2011/BTNMT chứng tỏ tại các vị trí này nguồn nước cũng đã bị nhiễm mặn.

Giá trị sắt tổng: Hàm lượng tổng sắt năm 2016 dao động từ 0,25 ÷ 1,35mg/l trừ 02 vị trí nút 28 và nút 32 có xu hướng cao hơn so với những nút khác và có xu hướng tăng vào đầu mùa mưa nguyên nhân do phèn được rửa trôi từ trên mặt ruộng ra nguồn nước làm hàm lượng Fe tăng vào thời kỳ đầu mùa mưa.

3.3. ĐỀ XUẤT BIỆN PHÁP CẢI TẠO ĐẤT PHÈN

Các giải pháp được đề nghị áp dụng để giảm bớt ô nhiễm và tác hại phèn bao gồm:

Dùng nước ngọt để rửa phèn bằng việc vận hành hệ thống công trình thủy lợi: Từ kết quả mô phỏng diễn biến chua phèn trong các tháng 4÷5 cho thấy nguồn sinh phèn làm tăng giá trị pH và lan truyền dọc kênh Hà Giang và sau khi có các trận mưa sự pha loãng phèn do mưa và dòng chảy làm tăng pH trong tháng 6. Việc cải thiện chất lượng nước do bị nhiễm phèn trong tháng 4÷5 cho vùng Tứ Giác Long Xuyên có thể thực hiện được bằng cách vận hành cụm công trình ven biển Tây với 30 cống vận hành một chiều. Đối với khu vực nghiên cứu là kênh Hà Giang có thể vận hành các công trình đập Đầm Chích, cống Hà Giang và cống Thần Nông.

Lợi dụng thủy triều để rửa phèn, ém phèn: Cơ sở khoa học của phương pháp dùng nước để ém phèn là chứa một lớp nước trên mặt ruộng. Lớp nước trên mặt ruộng có tác dụng hoà tan và làm giảm hàm lượng phèn có trên mặt ruộng và ở lớp đất mặt, đồng thời thông qua dòng thấm đứng để đưa các độc tố ở trong các tầng đất xuống tầng nước ngầm. Đất phèn ngập nước thường xuyên sẽ làm cho các độc tố trong đất phèn biến động theo chiều hướng có lợi cho cây trồng, pH trong đất sẽ được nâng lên.

Quản lý và giảm bớt nguồn sinh phèn do đào đắp đất phèn...

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

✚ Kết luận:

Luận án đã xây dựng phương pháp tiếp cận hệ thống thông qua mô hình mô phỏng và các số liệu thu thập nhằm phục vụ cho việc nghiên cứu về lan truyền nước phèn trên mặt ruộng xuống hệ thống kênh rạch. Kết quả nghiên cứu của luận án có thể tóm lược một số nét cơ bản như sau:

- Đóng góp vào việc xác định được nguồn gốc, cơ chế hình thành phèn và các nguyên nhân gây ra phèn, lý hoá đất phèn, quy luật quá trình diễn biến, lan truyền của các độc chất chính trên đất phèn ở Vùng TGLX.

- Góp phần xác định cân bằng hóa học trong nước chua phèn ở vùng TGLX là jurbanite, jarosite,... và thiết lập mô hình toán mô phỏng sự lan truyền nước chua phèn trên kênh, rạch và đồng ruộng.

- Bước đầu xây dựng được 1 Module tính toán trong mô hình Delta (thủy động lực học 1 chiều - chương trình máy tính ACID2020) để tính toán một số thông số đặc trưng cho nước phèn trong hệ thống sông/kênh vùng TGLX.

Việc xây dựng được chương trình máy tính ACID2020 là công cụ tính lan truyền nước phèn nhôm (hay sắt) trong kênh sông (chủ yếu vào đầu mùa mưa). Đây là phiên bản được hoàn thiện vào tháng 3 năm 2020. Phần tính phèn bao gồm các Subroutines (chương trình con) cho tính nhôm Al^{+3} , sulphate SO_4 hay sắt Fe, dựa trên thuật toán và code của phần mềm DELTA do GS.TS Nguyễn Tất Đắc là tác giả Các Subroutine này do NCS thực hiện dưới sự hướng dẫn của GS.TS Nguyễn Tất Đắc

- Từ kết quả tính toán của chương trình ACID2020. Luận án đã đề xuất các giải pháp hợp lý để cải tạo, sử dụng và quản lý đất, nước trên vùng đất phèn vùng tứ giác Long Xuyên trong chiến lược phát triển kinh tế nông nghiệp và bảo vệ bền vững môi trường.

- Kết quả tính toán của mô hình cho thấy khá hợp lý về mặt định tính tuy nhiên sau khi so sánh với kết quả thử nghiệm của các nghiên cứu có trước đó cho thấy có thể làm cơ sở khoa học cho các công trình nghiên cứu tiếp theo về sử dụng và cải tạo đất, theo hướng rửa phèn hiệu quả cho vùng đất phèn nặng.

- Kết quả của luận án sẽ là tài liệu dùng để tham khảo cho các nhà quản lý, trong xem xét đề xuất các mục tiêu phát triển kinh tế xã hội và trong công tác quy hoạch sử dụng đất, công tác quản lý tài nguyên nước tại vùng đất phèn của Tứ giác Long Xuyên.

Tóm lại: Kết quả nghiên cứu đã xác định quy luật diễn biến lan truyền các độc chất chính trên đất phèn ở vùng TGLX và ảnh hưởng

của độc chất đối với hệ sinh thái nông nghiệp. Mặt khác, đã xác định được cân bằng hóa học trong nước chua phèn là Jurbanite, jarosite và xây dựng được chương trình máy tính ACID2020 là công cụ tính lan truyền nước phèn nhôm (hay sắt) trong kênh sông (chủ yếu vào đầu mùa mưa).

 **Kiến nghị:**

Những kết quả nghiên cứu ban đầu đã cho thấy hướng đi đúng đắn khi tiếp cận vấn đề trong việc giải quyết bài toán lan truyền phèn cho vùng Tứ giác Long Xuyên và đề xuất giải pháp quản lý và phát triển tiềm năng của đất phèn ở ĐBSCL. Tuy nhiên để giải quyết bài toán quy hoạch và phát triển bền vững vùng đất này cần nghiên cứu phát triển thêm một số vấn đề sau đây:

(1) Nghiên cứu xây dựng bản đồ các thông số về lý hoá đất cho các vùng đất phèn khác nhau ở ĐBSCL phục vụ cho công tác quy hoạch phát triển bền vững,

(2) Ứng dụng trong nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật cho bài toán tiêu nước và quản lý nước trên vùng đất phèn,

(3) Nghiên cứu mở rộng mô hình liên kết giữa bài toán truyền chất trong đất và bài toán truyền chất dạng không bào tồn trong mạng lưới kênh mương,

(4) Nghiên cứu xây dựng quy trình quản lý hệ thống công trình và các giải pháp nông nghiệp nhằm hạn chế sự tái ô nhiễm trên các vùng đất phèn./.