BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO **VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM**

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

LÊ VIỆT HÙNG

NGHIÊN CỨU YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN LƯỢNG BỔ CẬP TỪ NƯỚC MƯA CHO NƯỚC DƯỚI ĐẤT CÁC TRẦM TÍCH ĐỆ TỨ VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT HỌC
Mã số: 9440201

HÀ NỘI, 2023

Công trình được hoàn thành tại: Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Người hướng dẫn khoa học:

1. Người hướng dẫn 1: PGS.TS Phạm Quý Nhân, Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội
2. Người hướng dẫn 2: TS Trần Quốc Cường, Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Phản biện 1: PGS.TS Đỗ Văn Bình

Phản biện 2: PGS.TS Nguyễn Tiền Giang

Phản biện 3: PGS.TS Nguyễn Văn Đản

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án tiến sĩ cấp Học viện họp tại Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam vào hồi ……. giờ ……, ngày …….. tháng …….. năm ……..

Có thể tìm hiểu luận án tại:

1. Thư viện Học viện Khoa học và Công nghệ
2. Thư viện Quốc gia Việt Nam

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) - một trong những trung tâm kinh tế, chính trị, xã hội và văn hóa lớn nhất của cả nước, diện tích trên 21.260 km^2, là nơi sinh sống của khoảng 22,9 triệu người. Nước dưới đất ở ĐBSH chủ yếu được khai thác ở tầng chứa nước Đệ tứ và được sử dụng phục vụ cho sinh hoạt, sản xuất… Tuy nhiên, ở một số khu vực đã có dấu hiệu khai thác quá mức như Hà Nội, Nam Định dẫn đến các vấn đề liên quan như cạn kiệt, sụt lún, xâm nhập mặn, ô nhiễm nguồn nước... Tiềm năng bổ cập nước dưới đất cần phải được xác định rõ nhằm có thể khai thác bền vững tài nguyên nước dưới đất.

Các nghiên cứu về bổ cập nước dưới đất vùng ĐBSH thường chỉ xác định cho một điểm hay một khu vực mang tính địa phương, chưa có nghiên cứu trên toàn vùng. Mặt khác, các nghiên cứu trước đây cũng chưa tiến hành phân vùng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất mà chủ yếu tính toán và xác định nguồn bổ cập cho nước dưới đất từ sông, từ đá gốc hoặc từ các TCN khác. Chính vì vậy, đề tài "**Nghiên cứu yếu tố ảnh hưởng đến lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất các trầm tích Đệ tứ vùng Đồng bằng sông Hồng**" có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. Mục tiêu nghiên cứu của luận án

Xác định được yếu tố ảnh hưởng và lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất trầm tích Đệ tứ vùng đồng bằng sông Hồng.

Đánh giá được vai trò thành phần cung cấp thấm từ nước mưa trong sự hình thành trữ lượng nước dưới đất đồng bằng sông Hồng.

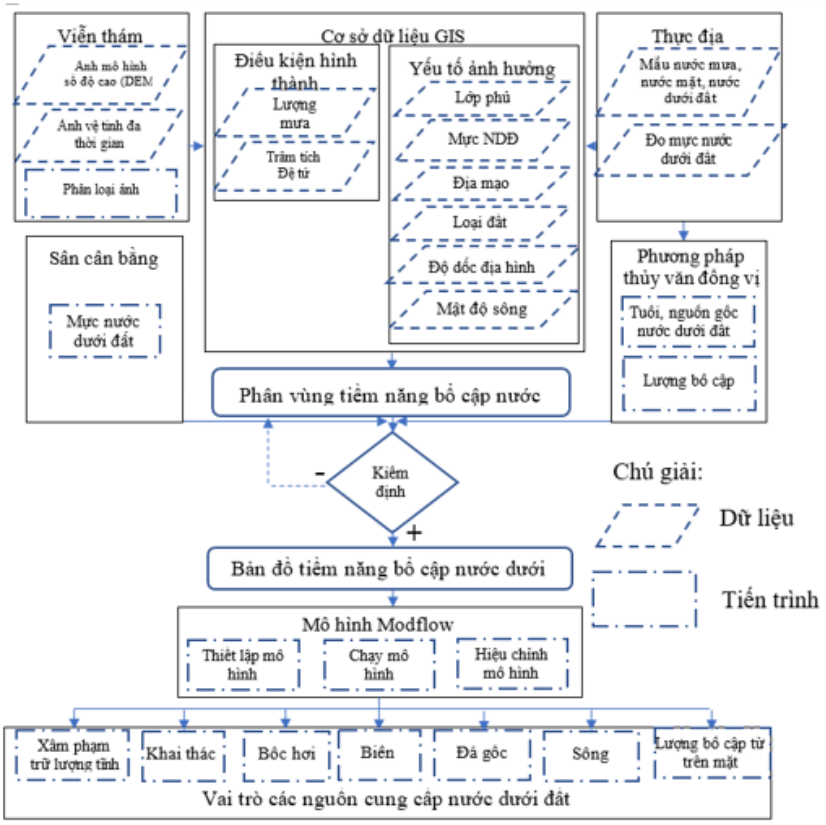
3. Các nội dung nghiên cứu chính của luận án

Tổng quan về vùng nghiên cứu và các nghiên cứu về bổ cập từ nước mưa cho NDĐ trên thế giới và Việt Nam.

Làm sáng tỏ hơn nữa điều kiện địa chất, địa mạo, địa chất thủy văn vùng ĐBSH.

Nghiên cứu yếu tố ảnh hưởng, phân vùng tiềm năng và xác định được lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất các trầm tích Đệ tứ ĐBSH.

Nghiên cứu vai trò lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất đối với sự hình thành trữ lượng nước dưới đất trầm tích Đệ tứ ĐBSH.



Hình 1. Sơ đồ khung logic nghiên cứu của luận án

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU VÀ CÁC NGHIÊN CỨU VỀ BỔ CẬP TỪ NƯỚC MƯA CHO NƯỚC DƯỚI ĐẤT

1.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu có diện tích trên 14.860 km², nằm trong vùng đồng bằng sông Hồng, được thực hiện trong phạm vi sau: ở phía Bắc, giới hạn bởi dãy núi Tam Đảo - Yên Tử, phía Nam được giới hạn bởi dãy núi Ba Vì - Viên Nam, ở phía Đông, được giới hạn bởi đường bờ biển. Khu vực nghiên cứu nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa: mùa khô (từ tháng XI đến tháng IV năm sau, chiếm 15 % lượng mưa năm) và mùa mưa (từ tháng V đến tháng X, chiếm tới 85 % lượng mưa năm). Độ ẩm tương đối cao trong suốt cả năm, giá trị trung bình khoảng 84,5%.

ĐBSH có mạng lưới sông ngòi phức tạp với hai hệ thống sông chính là hệ thống sông Hồng và hệ thống sông Thái Bình, với mật độ trung bình sông ngòi từ 0,4 đến 0,7 km/km^2.

1.2. Tổng quan các nghiên cứu về bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất

1.2.1. Nghiên cứu trên thế giới

Sử dụng phương pháp quan trắc biến động mực nước, *Delin và cộng sự (2007)* đã xác định lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất chiếm 21% lượng mưa tại Mineosta. Tại Carolina, *Coes và cộng sự (2007)* xác định lượng bổ cập này chiếm 56% lượng mưa.

Sử dụng mô hình Hydrus 1D và công nghệ GIS, *L. Bertrand và M. Dirk (2011)* xác định lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất giảm 9% (năm 2100) theo kịch bản BĐKH của IPCC tại lưu vực Net, Bỉ. *A.K. Mustafa, E.N. Ali (2013)* sử dụng mô hình MODFLOW và công nghệ GIS xác định lượng bổ cập từ mưa cho nước dưới đất chiếm 5% lượng mưa trong mùa hè và 95% trong mùa đông tại lưu vực Jafr, Jordan.

Sử dụng đồng vị bền trong nước (δ^2H, $\delta^{18}O$) và mô hình, *D. Adomako và nnk (2010)* xác định thành phần cung cấp thấm cho TCN lưu vực sông Densu, Ghana là 94 ÷ 182 mm/năm, tương ứng với 6 - 14% lượng mưa (theo phương pháp mô hình) và 110 ÷ 250 mm/năm, tương ứng 11 - 14% lượng mưa (theo phương pháp peak-shift). *J. Parlov và cộng sự (2019)* sử dụng mô hình 2 hoặc 3 thành phần để xác định nguồn cung cấp thấm cho TCN sông tích không áp gồm các thành tạo địa chất bở rời Đệ tứ Holocen và Pleistocen ở Zagreb (Croatia).

M. Senthilkumar (2019), Shivaji Govind Patil và nnk (2014), Preeja và nnk (2011) sử dụng dữ liệu viễn thám & GIS để xây dựng các lớp bản đồ ảnh hưởng đến lượng bổ cập và thành lập bản đồ phân vùng tiềm năng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất tại các khu vực tương ứng tại Tamil Nadu, Maharashtra và Kerala, Ấn Độ, với các vùng tiềm năng bổ cập từ rất cao đến rất kém.

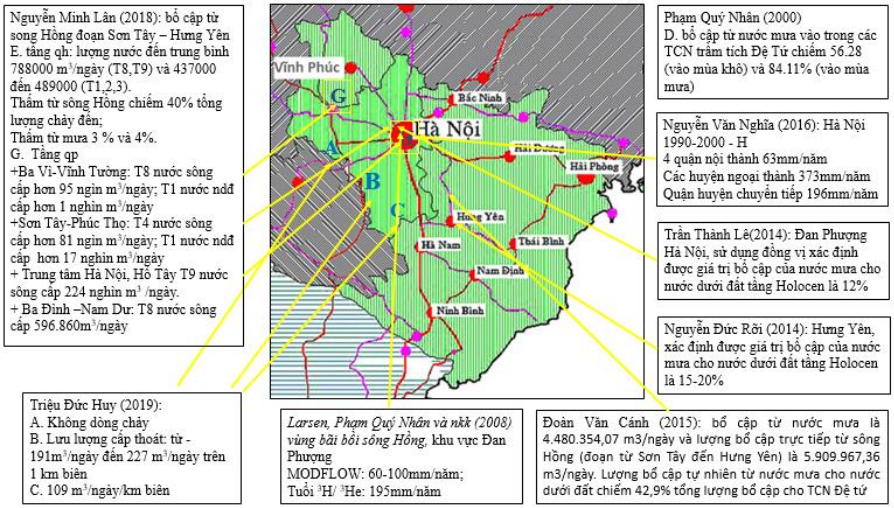
1.2.2. Nghiên cứu ở Việt Nam

Sử dụng phương pháp quan trắc biến động mực nước, *Nguyễn Đức Rỡi (2014)* xác định lượng bổ cập từ nước mưa ở huyện Văn Lâm, Hưng Yên là 427mm/năm, chiếm 34,1% lượng mưa năm; và ở thành phố Hưng Yên, huyện Tiên Lữ, lượng bổ cập là 547mm/năm, chiếm 38,1% lượng mưa năm. *Phan Văn Trường (2011)* đã xác định nguồn hình thành NDĐ chủ yếu từ nước mưa khu vực Quảng Bình đạt 15 - 16%, trong đó 77% trữ lượng được hình thành trong mùa mưa.

Phạm Quý Nhân (2000) sử dụng mô hình MODFLOW và xác định lượng bổ cập từ nước mưa cho các TCN trầm tích Đệ tứ ĐBSH chiếm 56,28% vào mùa khô và 84,11% vào mùa mưa. *Hoàng Minh Tuyển và nnk (2017* sử dụng mô hình SWAT để tính toán lượng bổ cập từ mưa cho nước dưới đất lưu vực sông Đồng Nai biến đổi từ 2 - 30% lượng mưa, tùy thuộc điều kiện mặt đệm lưu vực.

Sử dụng phương pháp thủy văn đồng vị, *Trần Thành Lê (2011)* xác định được vào mùa mưa lượng bổ sung của nước sông cho TCN Holocen ở Đan Phượng là 88% (theo đồng vị ^{18}O) và 85% (theo đồng vị ^{2}H), còn vào mùa khô, nước ngầm tầng Holocen cấp cho nước sông Hồng là 74% (theo đồng vị ^{18}O) và 72% (theo đồng vị ^{2}H). *Larsen, Phạm Quý Nhân (2008)* xác định lượng cung cấp thấm bãi Nam Dư theo mô hình MODFLOW là 60-100mm/năm, theo tuổi $^{3}H/^{3}He$ là 195mm/năm.

Từ các nghiên cứu trong và ngoài nước trên, NCS thấy rằng, thứ nhất, cần sử dụng nhiều phương pháp xác định lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất rồi so sánh, đánh giá kết quả với nhau và với các nghiên cứu trước đó. Thứ hai, các nghiên cứu về bổ cập cho nước dưới đất vùng ĐBSH mới chỉ tập trung theo khu vực nhỏ hay theo điểm, chưa có phân vùng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất trên toàn vùng ĐBSH (Hình 1.6). Thứ ba, kết hợp phương pháp viễn thám, GIS và thủy văn đồng vị để phân vùng tiềm năng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất và xác định lượng bổ cập vùng ĐBSH là phương pháp mới, khả thi. Thứ tư, phương pháp mô hình là hiệu quả trong xác định vai trò của nước mưa trong thành phần cung cấp thấm đối với sự hình thành trữ lượng khai thác nước dưới đất các trầm tích Đệ tứ ĐBSH.



Hình 1.6. Các nghiên cứu về bổ cập nước dưới đất tại ĐBSH

CHƯƠNG 2. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT, ĐỊA HÌNH ĐỊA MẠO, ĐỊA CHẤT THỦY VĂN KHU VỰC NGHIÊN CỨU

2.1. Đặc điểm địa chất

Ngoài các thành tạo đá móng lót đáy đồng bằng, ĐBSH có các thành tạo Đệ tứ như sau: i) các thành tạo Pleistocen (gồm hệ tầng Lệ Chi, Hà Nội, Vĩnh Phúc) với các cấu trúc hạt thô gồm cuội, sỏi, sạn ở phía dưới, chuyển tiếp lên là cát hạt thô đến cát hạt mịn và phần trên cùng thường là sét, bột sét. ii) các thành tạo Holocen (hệ tầng Hải Hưng, Thái Bình) với thành phần cát hạt trung đến hạt mịn nguồn gốc aluvi và các thành phần sét, bột sét chủ yếu có nguồn gốc biển, hồ, đầm lầy.

2.2. Đặc điểm địa mạo

ĐBSH đặc trưng bởi các địa hình cao thấp khác nhau: i) ven biển có cao độ dưới 1m, ii) các bậc thềm có độ cao cao 7 - 8m đến 15m, iii) đồi núi sót có độ cao từ 50 - 100m ở giữa đồng bằng iv) những dãy núi cao 900m phía rìa Tây, Tây Bắc đồng bằng. Bề mặt địa hình bị chia cắt thành nhiều ô

đặc trưng bởi i) hệ thống đứt gãy Tây Bắc - Đông Nam (có tính khống chế, phân chia ĐBSH thành các đới có chế độ hoạt động kiến tạo khác nhau) và ii) các hệ thống đứt gãy phương Đông Bắc-Tây Nam, đứt gãy phương á kinh tuyến (đóng vai trò phân bậc, chia cắt đồng bằng).

2.3. Đặc điểm địa chất thủy văn

ĐBSH có 2 TCN chính: i) TCN Holocen, được cấu thành từ các trầm tích cát hạt trung đến hạt mịn của hệ tầng Thái Bình và phần trên của hệ tầng Hải Hưng, là TCN thứ nhất từ trên xuống, có tuổi trẻ nhất; ii) TCN Pleistocen phân bố rộng khắp đồng bằng, lộ ra chủ yếu ở phần đỉnh đồng bằng còn đa phần bị phủ bởi các trầm tích Holocen trẻ hơn. TCN được cấu thành từ các trầm tích hạt thô đến hạt trung. Nằm xen kẽ với các TCN Đệ tứ là các trầm tích thấm nước yếu tuổi Holocen sớm giữa hệ tầng Hải Hưng (Q_2^{1-2} hh) và các trầm tích cách nước Pleistocen muộn hệ tầng Vĩnh Phúc (Q_1^3 vp).

CHƯƠNG 3. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Dữ liệu nghiên cứu

NCS cùng cộng sự trực tiếp lấy 128 mẫu nước dưới đất, 30 mẫu nước mặt, 72 mẫu nước mưa để phân tích đồng vị bền, 16 mẫu nước dưới đất để phân tích đồng vị phóng xạ (theo khuôn khổ Dự án NUFIC giai đoạn 3, Dự án OKP giai đoạn 2, Hà Lan).

Các dữ liệu về lượng mưa, dữ liệu ảnh viễn thám, dữ liệu số độ cao, khai thác nước dưới đất... NCS thu thập, kế thừa từ Trung tâm Nghiên cứu Quan sát Trái đất (Earth Observation Research Center (EORC), JAXA), Cục khảo sát địa chất Mỹ (USGS), Trung tâm Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Quốc gia.

Kết quả đồng vị bền do NCS và cộng sự phân tích tại Phòng thí nghiệm thực hành Tài nguyên nước, trường Đại học Tài nguyên và Môi

trường Hà Nội. Kết quả đồng vị phóng xạ từ Phòng Thủy văn đồng vị, Viện Khoa học hạt nhân phân tích.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

NCS sử dụng các phương pháp thu thập, phân tích tài liệu, phương pháp kế thừa: xác định nội dung, phương pháp nghiên cứu phù hợp của luận án.

Phương pháp sử dụng bảng hỏi chuyên gia, AHP: xác định các yếu tố ảnh hưởng, tầm quan trọng của các yếu tố.

Phương pháp ứng dụng viễn thám, GIS: thành lập các bản đồ ảnh hưởng cũng như phân vùng tiềm năng bổ cập.

Phương pháp thủy văn đồng vị, phương pháp xác định giá trị bổ cập theo tính toán cân bằng: xây dựng đường nước khí tượng địa phương và các đường phân bố đồng vị của nước mặt, nước dưới đất khu vực từ đó xác định tuổi cũng như lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất của khu vực.

Phương pháp mô hình nước dưới đất, mô-đun "Zone Budget": đánh giá vai trò và sự đóng góp của nguồn bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất.

CHƯƠNG 4. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG, PHÂN VÙNG TIỀM NĂNG VÀ KẾT QUẢ XÁC ĐỊNH LƯỢNG BỔ CẬP TỪ NƯỚC MƯA CHO NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẦNG CHỨA NƯỚC HOLOCEN VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

4.1. Cơ sở xác định các yếu tố ảnh hưởng đến bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất

4.1.1. Đặc tính thấm của đất

Bổ cập từ trên mặt do nước mưa, nước tưới là quá trình thấm tự nhiên qua đới không bão hòa vào trong tầng chứa nước. Thấm là sự vận động của nước từ bề mặt vào trong môi trường lỗ hổng hoặc khe nứt trong đất dưới tác dụng của trọng lực. Thấm là một trong những thành phần của quá trình thủy văn và rất quan trọng trong cân bằng nước (*Horton, 1933*).

4.1.2. Các nghiên cứu về tính thấm của đất

Các nghiên cứu cho thấy tốc độ thấm và khả năng thấm nước của đất không những phụ thuộc vào lượng mưa, thời gian mưa, đặc điểm và độ dốc địa hình, thành phần cơ giới, độ dày, độ ẩm và đặc tính thấm của đất mà còn phụ thuộc vào lớp phủ bề mặt, loại hình sử dụng đất (*Bouma và Dekker, 1978; Dune và cộng sự, 1991; Onda và Yukawa, 1995; Hille, 1982; Phạm Văn Điển, 2006, 2009; Bùi Huy Hiển, 2012*).

4.1.3. Tham khảo ý kiến các chuyên gia

Phương pháp chuyên gia được sử dụng với 30 phiếu dưới dạng bảng hỏi để làm cơ sở khoa học xác định các yếu tố ảnh hưởng đến bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất, từ đó, áp dụng phương pháp AHP để xây dựng trọng số ảnh hưởng và mức độ ảnh hưởng của từng yếu tố được tham vấn đến lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất.

4.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất tầng chứa nước Holocen vùng đồng bằng sông Hồng

4.2.1. Lượng mưa

Đồng bằng sông Hồng có lượng mưa dồi dào, phong phú. Lượng mưa mùa mưa chiếm 80-85% lượng mưa cả năm nên khả năng bổ cập cho nước dưới đất ĐBSH vào mùa mưa là rất lớn. Trong mùa mưa, ở ĐBSH, mực nước dưới đất TCN qh có mối quan hệ tỷ lệ thuận với lượng mưa. Lượng mưa tăng ứng với mực nước dưới đất tăng nhưng lệch pha. Mối quan hệ tuyến tính này phụ thuộc rất nhiều vào chiều sâu mực nước dưới đất, điều kiện địa chất, địa hình và lớp phủ thực vật.

4.2.2. Lớp phủ mặt đất, sử dụng đất

ĐBSH được phân thành các khu vực có lớp phủ bề mặt - sử dụng đất như lúa, hoa màu, rừng, đất ngập nước, đất trống, đô thị và nước. ĐBSH có phần lớn diện tích là đất nông nghiệp và hoa màu (hơn 40%), phân bố chủ yếu ở Thái Bình, Nam Định, Ninh Bình, Hà Nam… Các khu vực rừng nguyên sinh, rừng trồng có thể quan sát thấy ở rìa đồng bằng như Tam Đảo,

Ninh Bình, Hà Nam… Đây là những loại hình lớp phủ, sử dụng đất rất tốt cho việc giữ nước mưa và bổ cập cho nước dưới đất. Các bề mặt không thấm là khu vực đô thị (15%) tập trung chủ yếu ở Hà Nội và ở các thành phố là trung tâm các tỉnh hoặc thị trấn, thị xã của các huyện…. Ở khu vực này, sau mỗi trận mưa sẽ chủ yếu hình thành dòng chảy tràn, khả năng bổ cập kém.

4.2.3. Loại đất

Đặc điểm, thành phần của đất có một vai trò đáng kể đối với khả năng thấm và vận chuyển nước. Khu vực đỉnh ĐBSH là đất cát, đất cát pha nên khả năng thấm nước tốt. Khoảng 45% diện tích ĐBSH là đất phù sa và đất sét phì nhiêu có khả năng thấm nước trung bình tốt. Đất feralit ở rìa Tây Bắc và Tây Nam đồng bằng (khoảng 7%) và đất chua, mặn phân bố ở dải ven biển từ Hải Phòng đến Ninh Bình (khoảng 28%) đặc trưng bởi tính chất thấm từ kém đến trung bình kém.

4.2.4. Trầm tích Đệ tứ và đá gốc

Ở ĐBSH, khu vực giữa đồng bằng ra ven biển, trầm tích chủ yếu là aluvi Holocen trên (aQ_2^3) với thành phần gồm cát hạt trung, cát pha, sét bột pha cát, và trầm tích sông biển Holocen trên (amQ_2^3) thành phần gồm sét, bột cát khả năng thấm nước trung bình đến kém. Trầm tích aluvi-ptoluvi Pleistocen ($ap\ Q_1^{1-2}$) lộ ra phía đỉnh đồng bằng Hà Nội, Vĩnh Phúc và ở rìa Tây Bắc, Bắc của đồng bằng, thành phần gồm sạn, cát hạt trung, cát bột có khả năng thấm nước tốt.

4.2.5. Mực nước dưới đất

Ở ĐBSH, mực nước dưới đất nằm nông ở vùng ven biển (0,5m từ mặt đất). Càng về phía đỉnh đồng bằng, mực nước dưới đất càng sâu, đặc biệt sâu ở các khu đô thị (> 10m). Mực nước dưới đất TCN qh2 khu vực gần biển như Nam Định, Hải Dương, Thái Bình có quan hệ chặt chẽ với lượng mưa. Vào mùa mưa, sau mỗi trận mưa rào, mực nước dưới đất dâng cao, tầng chứa nước gần như bão hòa, mực nước trong các giếng đào gần như ngang bằng với mặt đất.

4.2.6. Địa mạo

ĐBSH có gần 70% diện tích có hình thái địa hình trên đồng bằng châu thổ có độ cao tương đối thấp, trung bình từ dưới 1m đến 5-7m đến 15m (ở Ba Vì, Chương Mỹ, Vĩnh Yên, Chí Linh, Bắc Ninh…). Hơn 30% diện tích còn lại là địa hình nguồn gốc bề mặt bào mòn - rửa lũa trên núi đá vôi có độ cao thay đổi 500 - 900m và địa hình là bề mặt bào mòn - xâm thực trên các đá khác, độ cao thay đổi từ trên dưới 50m đến 100 - 200m. Địa hình đồng bằng có mực nước dưới đất nằm nông nên nước mưa dễ dàng bổ sung cho nước dưới đất. Địa hình đồi, núi cao thì ngược lại.

4.2.7. Độ dốc địa hình

ĐBSH có địa hình từ bằng phẳng đến dốc vừa với độ dốc địa hình từ 0% đến hơn 26%, trong đó, từ 0% đến 5% chiếm 70% diện tích, độ dốc địa hình lớn hơn 26% chỉ chiếm 5% diện tích. Độ dốc tỷ lệ thuận với dòng chảy tràn nên những vùng có độ dốc lớn thường có lượng bổ cập cho nước dưới đất nhỏ.

4.2.8. Mật độ sông suối

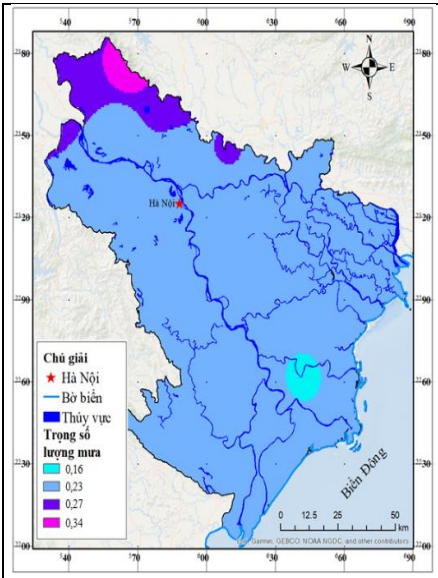
Khả năng bổ cập của một mạng lưới sông suối phụ thuộc vào điều kiện trầm tích, độ dốc khu vực. Mật độ sông suối trung bình của ĐBSH vào khoảng 0.45-0.7 km/km^2, là điều kiện thuận lợi cho bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất.

4.3. Phân vùng tiềm năng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất trầm tích Đệ tứ ĐBSH

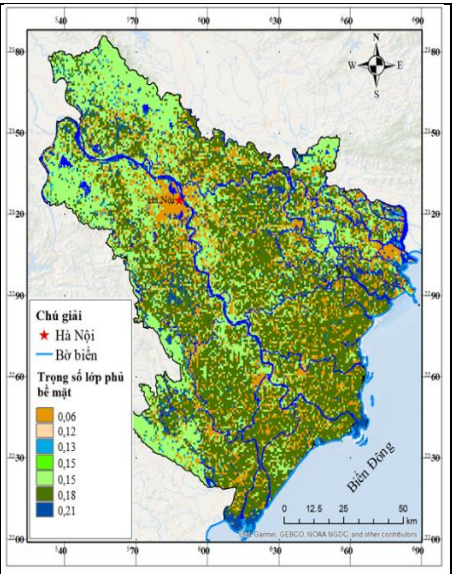
NCS đã tiến hành tham khảo từ ý kiến các chuyên gia cũng như dựa vào các nghiên cứu trước đây của *M. Senthilkuma (2019), S.G Patil (2014), Preeja et al (2011), Bhave et al (2019)* để xác định thang điểm của các yếu tố theo thang đánh giá của Shaaty (1980) (bảng 4.16) và lập các bản đồ ảnh hưởng của các yếu tố đến lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất (hình 4.9 đến hình 4.11, hình 4.13 đến hình 4.17). Trọng số cao, mức độ ảnh hưởng của yếu tố cao và ngược lại.

Bảng 4.16. Điểm và trọng số của các yếu tố ảnh hưởng

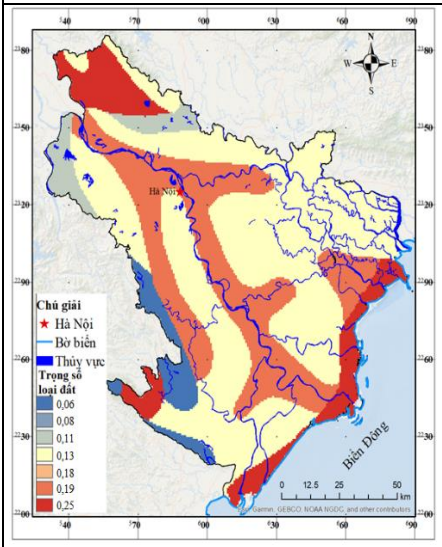
TT	Yếu tố	Ký hiệu	Điểm	Trọng số chuẩn hóa
1	Lượng mưa	RF	9,5	0,204301
2	Sử dụng đất, lớp phủ	LC	8	0,172043
3	Loại đất	SC	7,5	0,161289
4	Trầm tích Đệ tứ, đá gốc	LG	6,5	0,139786
5	Mực nước dưới đất	GL	6	0,129033
6	Địa mạo	GG	4	0,086021
7	Độ dốc địa hình	SG	3	0,064516
8	Mật độ sông suối	DS	2	0,043010



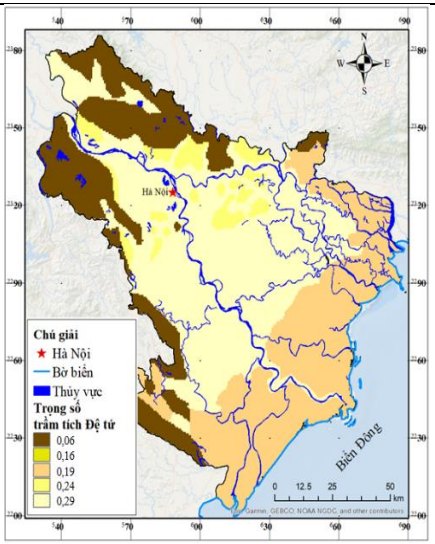
Hình 4.9 Ảnh hưởng của lượng mưa đến khả năng bổ cập NDĐ



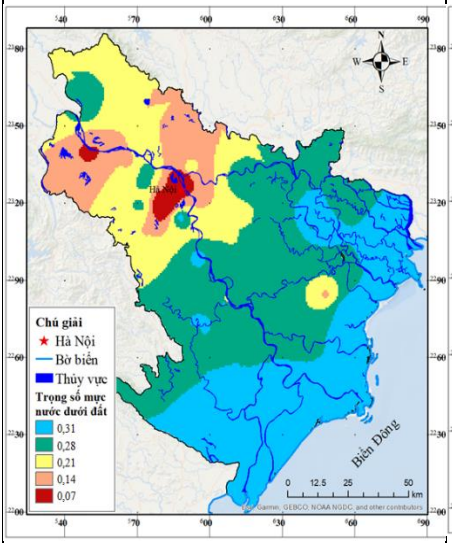
Hình 4.10 Ảnh hưởng của lớp phủ bề mặt đến khả năng bổ cập từ nước mưa cho NDĐ



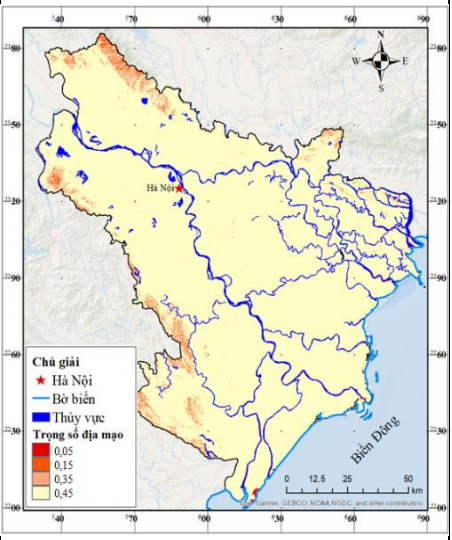
Hình 4.11 Ảnh hưởng của loại đất đến bổ cập từ nước mưa cho NDĐ



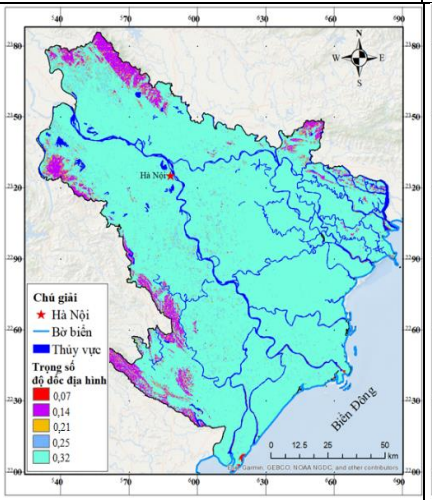
Hình 4.13 Ảnh hưởng của trầm tích Đệ tứ và đá gốc đến bổ cập NDĐ



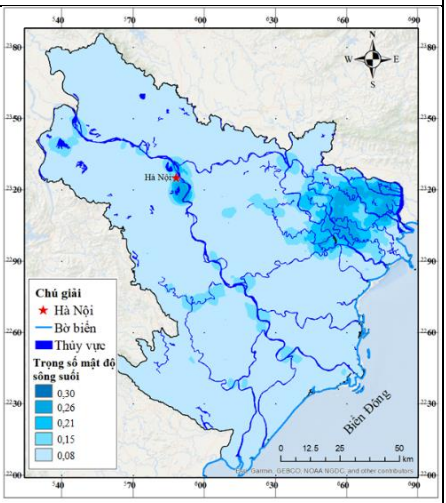
Hình 4.14 Ảnh hưởng của mực nước dưới đất đến khả năng bổ cập



Hình 4.15 Ảnh hưởng của địa mạo đến tiềm năng bổ cập NDĐ



Hình 4.16 Ảnh hưởng của độ dốc địa hình đến tiềm năng bổ cập NDĐ



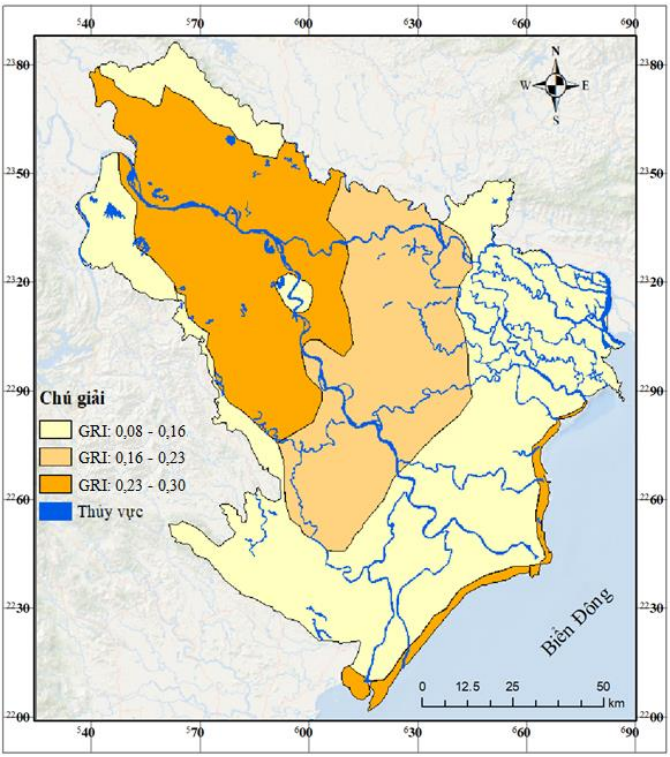
Hình 4.17 Ảnh hưởng của mật độ sông suối đến khả năng bổ cập

Chỉ số nhất quán CI = 0.0066 và tỉ số nhất quán là CR = 0.0043 (<10%) đảm bảo yêu cầu.

Chỉ số tiềm năng bổ cập nước dưới đất (GRI) xác định theo công thức 4.15 (Malczewski, 1999):

$$GRI = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} W_j X_i \qquad (4.15)$$

Trong đó GRI là chỉ số tiềm năng bổ cập nước dưới đất. W_j là trọng số ước lượng của đặc tính thứ j trong yếu tố X; X_i là trọng số ước lượng của yếu tố i; m là tổng số yếu tố; n là tổng số đặc tính của yếu tố.



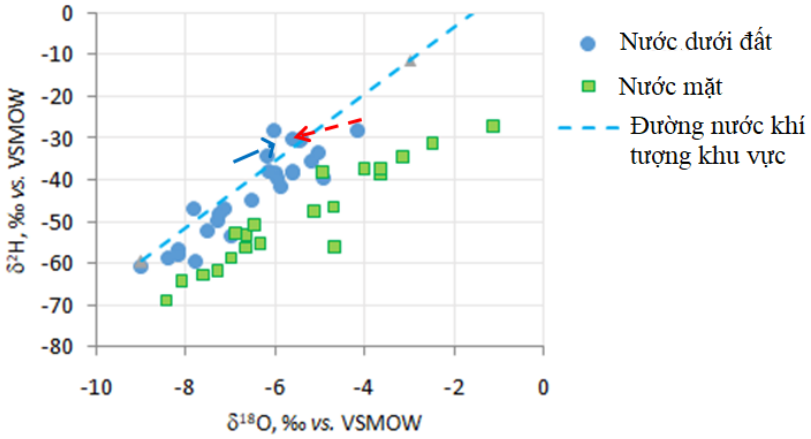
Hình 4.19. Phân vùng tiềm năng bổ cập nước dưới đất theo GRI

GRI có giá trị nằm trong khoảng từ 0,08 đến 0,30 và được phân loại lại thành 03 vùng: vùng I (0,08 ≤ GRI ≤ 0,16), vùng II (0,16 < GRI ≤0,23) và vùng III (0,23 < GRI ≤ 0,30) (Hình 4.19).

4.4. Xác định thành phần và giá trị bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất trầm tích Đệ tứ ĐBSH

4.4.1. Sử dụng phương pháp thủy văn đồng vị

4.4.1.1. Sự đóng góp của các thành phần bổ cập từ nước mưa và nước sông vào NDĐ trầm tích Đệ tứ



Hình 4.20. Thành phần đồng vị của nước dưới đất, nước mặt và đường nước khí tượng khu vực của ĐBSH

Hình 4.20 cho thấy, mùa khô, nước dưới đất trong khu vực được bổ cập từ nước mưa, nước mặt (mũi tên xanh).

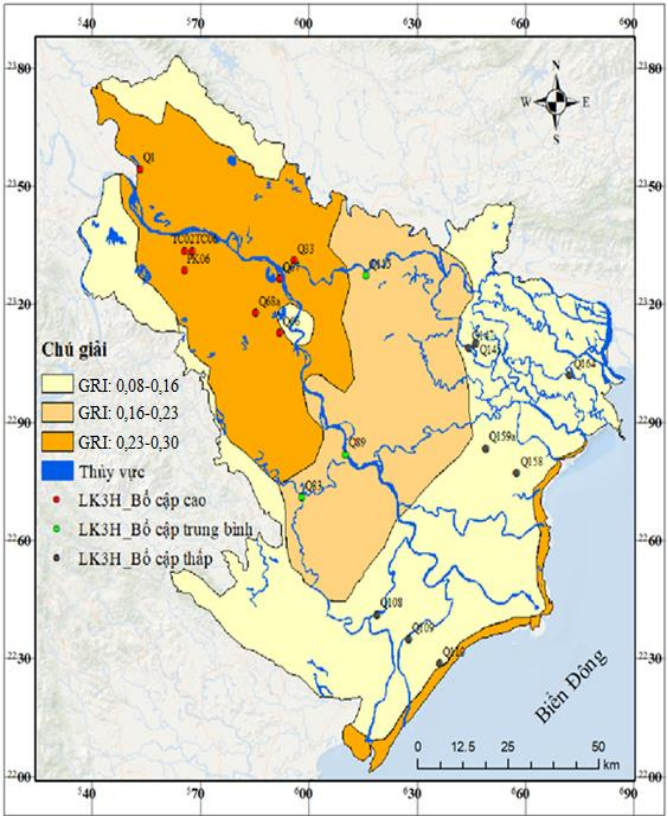
4.4.1.2. Xác định giá trị cung cấp thấm từ nước mưa cho NDĐ trầm tích Đệ tứ đồng bằng sông Hồng

Bảng 4.23 cho thấy kết quả xác định tuổi của NDĐ theo thành phần đồng vị ^{3}H của các mẫu NDĐ và giá trị bổ cập tương ứng theo tuổi của các lỗ khoan trong khu vực nghiên cứu.

Bảng 4.23. Giá trị cung cấp thấm TCN Holocen (qh2)

Năm	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Tổng	Trung bình	Lớn nhất	Nhỏ nhất
Tháng	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Tháng 1	5,58	5,89	9,92	5,89	8,99	14,57	10,54	9,3	**70,68**	15,71	14,57	5,58
Tháng 2	4,2	4,64	10,36	7	8,96	13,63	8,96	8,4	**66,15**	14,7	13,63	4,2
Tháng 3	5,27	4,03	5,27	8,99	8,99	8,37	8,37	9,3	**58,59**	13,02	9,3	4,03
Tháng 4	5,4	5,7	1,8	28,2	9,3	5,7	7,2	9	**72,3**	16,07	28,2	1,8
Tháng 5	4,03	4,65	3,72	10,85	11,78	14,26	9,92	9,3	**68,51**	15,22	14,26	3,72
Tháng 6	9,6	6,9	25,5	7,5	8,4	7,8	9	27	**101,7**	22,6	27	6,9
Tháng 7	26,35	8,68	19,22	13,33	8,37	14,57	16,74	55,8	**163,06**	36,24	55,8	8,37
Tháng 8	12,4	5,89	19,22	17,36	23,56	27,9	35,96	83,7	**225,99**	50,22	83,7	5,89
Tháng 9	7,5	12,3	19,8	27,3	35,7	18,3	46,8	87	**254,7**	56,6	87	7,5
Tháng 10	5,58	15,81	12,71	44,95	17,05	17,67	40,92	83,7	**238,39**	52,98	83,7	5,58
Tháng 11	3,6	10,2	7,5	26,7	29,7	17,1	16,5	42	**153,3**	34,07	42	3,6
Tháng 12	4,96	10,23	3,41	9,92	18,29	18,29	16,43	27,9	**109,43**	24,32	27,9	3,41
Tổng	**94,47**	**94,92**	**138,43**	**207,99**	**189,09**	**178,16**	**227,34**	**452,4**	**1582,8**	**197,85**	**452,4**	**94,47**

NCS tiến hành chồng xếp các điểm lỗ khoan ^{3}H lên bản đồ phân vùng GRI đã thực hiện phía trên và cho thấy, vùng có GRI từ 0,08 đến 0,16 có giá trị bổ cập 188mm/năm (khu vực giữa đồng bằng ra biển), vùng có GRI từ 0,16 đến 0,23 có giá trị bổ cập 372mm/năm (khu vực giữa đồng bằng) và vùng có GRI từ 0,23 đến 0,30 có giá trị bổ cập 429mm/năm (khu vực Hà Nội đến đỉnh đồng bằng) (hình 4.25)

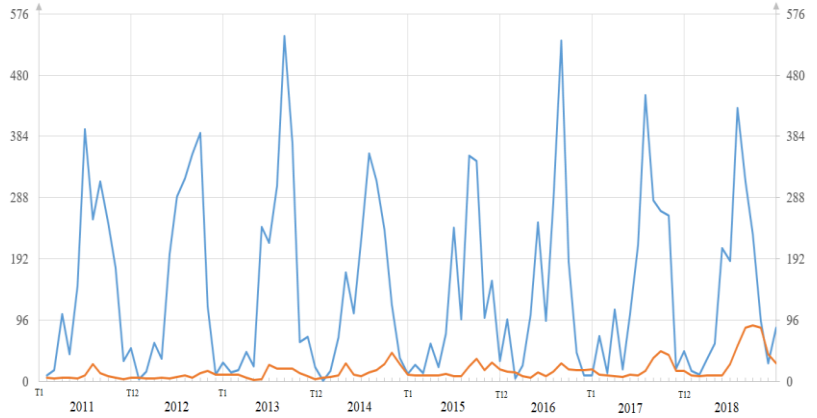


Hình 4.25. Kết quả phân vùng bổ cập và lượng bổ cập theo Triti (3H)

NCS tiến hành so sánh kết quả của i) Postma et al (2016) đã xác định, ở Nam Dư, Hà Nội, nước ngầm có tuổi đời dưới 40 năm. Nếu độ lỗ

rỗng của đất đá là 30%, lượng bổ cập cho NDĐ có thể đạt khoảng 200-800mm/năm; và ii) Trần Thành Lê (2011) xác định ở Thạch Thất, Đan Phượng, giá trị bổ cập nước dưới đất từ 425 đến 605mm/năm.

4.4.2. Sử dụng phương pháp xác định giá trị cung cấp thấm từ nước mưa cho nước dưới đất bằng phương trình sai phân hữu hạn của Kamenxki



Hình 4.28. Lượng mưa (màu xanh) và lượng bổ cập tại SCB Thọ An (2011-2018) (màu cam)

Hình 4.28 cho thấy lượng mưa và lượng bổ cập cho TCN qh có mối quan hệ tương đối chặt chẽ. Vào mùa mưa, khi lượng mưa tăng thì lượng bổ cập tăng và ngược lại, vào mùa hè, khi lượng mưa giảm thì lượng bổ cập giảm. Tuy nhiên, có thể quan sát thấy sự lệch pha giữa lượng mưa và lượng bổ cập từ 1 tháng đến 3 tháng tùy vào từng năm. Ta thấy, tại sân cân bằng Thọ An, Đan Phượng, lượng bổ cập trung bình năm trong giai đoạn 2011 đến 2018 lớn nhất là 485,95mm/năm, thấp nhất là 61mm/năm và trung bình là 197,4mm/năm (xem Bảng 4.23).

4.4.3. Đánh giá chung

Bảng 4.24 cho thấy kết quả xác định lượng bổ cập của NCS theo phương pháp đồng vị, phương pháp cân bằng mực nước Kamenxki và kết quả nghiên cứu của các tác giả khác trong vùng Hà Nội.

Bảng 4.24. Kết quả lượng bổ cập của NCS và của các tác giả khác nhau khu vực Hà Nội

TT	Tác giả	Phương pháp	Giá trị cung cấp thấm (mm/năm)	Khu vực
1	NCS	Đồng vị	429	Hà Nội
2	NCS	Kamenxki	197,85	Thọ An,
3	Postma et al (2016), N.T.H Mai et al (2014)	Đồng vị	200 - 800	Nam Dư
4	Trần Thành Lê	Đồng vị	425,37 đến 605,38	Thạch Thất

Với các kết quả trên, có thể thấy, sử dụng phương pháp đồng vị để xác định giá trị bổ cập cho NDĐ trong trầm tích Đệ tứ vùng ĐBSH là hợp lý, kết quả có thể chấp nhận được mặc dù còn có sự khác biệt về giá trị giữa các nghiên cứu.

CHƯƠNG 5. VAI TRÒ CỦA NƯỚC MƯA ĐỐI VỚI SỰ HÌNH THÀNH TRỮ LƯỢNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT TRẦM TÍCH ĐỆ TỨ VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

5.1. Xây dựng các thông số cho mô hình

Để có thể đánh giá vai trò của lượng bổ cập tự nhiên đối với sự hình thành trữ lượng NDĐ trầm tích Đệ tứ ĐBSH, mô hình nước dưới đất được xây dựng trên cơ sở nguồn số liệu nghiên cứu, điều tra từ trước đến nay. Mục tiêu của xây dựng mô hình là cập nhật các kết quả nghiên cứu mới nhất về cấu trúc địa chất thủy văn từ các nghiên cứu mới nhất về các đô thị thuộc đồng bằng, các nghiên cứu về sự hành thành NDĐ ĐBSH, về các nguồn bổ

cập từ nước mưa, nước trên mặt, nước sông, từ ven rìa đồng bằng, cập nhật hiện trạng khai thác và cuối cùng là chỉnh lý được mô hình.

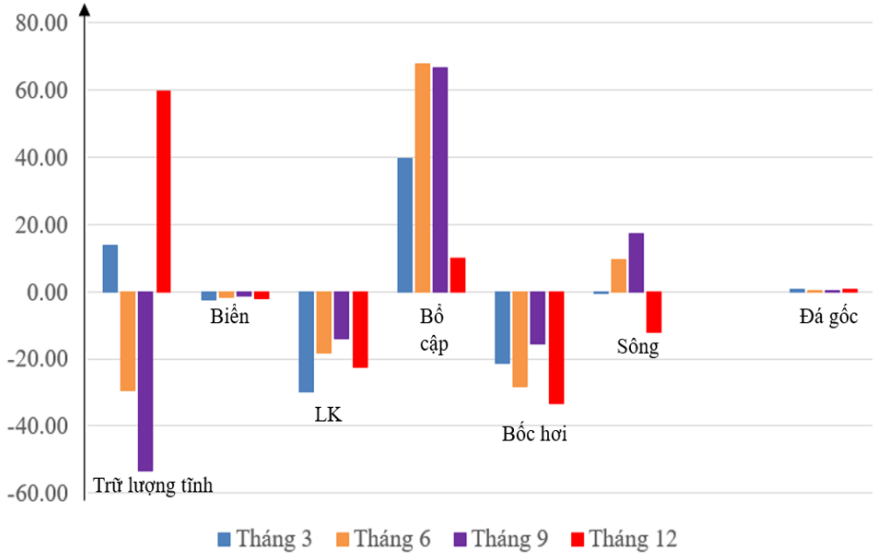
5.2. Vai trò của lượng bổ cập từ nước mưa đối với sự hình thành trữ lượng nước dưới đất trầm tích Đệ tứ vùng đồng bằng sông Hồng

Hình 5.25 cho thấy được sự biến đổi các thành phần tham gia vào cân bằng nước nước dưới đất trầm tích Đệ tứ theo thời gian.

- Lượng bổ cập từ nước mưa, nước tưới, nước trên mặt cho nước dưới đất trầm tích Đệ tứ được diễn ra tất cả các mùa trong năm, lớn nhất vào mùa mưa, chiếm đến 67,63% tổng lượng bổ cập, tương ứng 5607868 m3/ngày. Ngược lại vào mùa khô, lượng bổ cập này còn 9,75%, tương ứng 664326m3/ngày. Lượng bổ cập từ nước sông cho nước dưới dất trầm tích Đệ tứ chỉ xảy ra chủ yếu vào mùa mưa chiếm từ 9,51% -17,36%, tương ứng từ 788378m3/ngày to 1928548m3/ngày. Lượng bổ cập từ biên đá gốc ven rìa đồng bằng, lượng nước thoát ra biển xảy ra ở tất cả các mùa trong năm nhưng với lượng không lớn.

- Lượng xâm phạm trữ lượng tĩnh do thành phần khai thác chiếm 13,91% đến 29,86% và do thành phần bốc hơi chiếm 13,94%-59,74%, tương ứng từ 705693 m3/ngày đến 4085660m3/ngày.

- Lượng nước thoát ra biển từ nước dưới đất trầm tích Đệ tứ xảy ra ở tất cả các mùa trong năm nhưng với lượng không lớn



Hình 5.25. Thành phần tham gia cân bằng nước TCNDĐ trầm tích Đệ tứ

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận:

Kết quả nghiên cứu đề tài **"Nghiên cứu yếu tố ảnh hưởng đến lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất các trầm tích đệ tứ vùng đồng bằng sông Hồng**" được tổng hợp thành các vấn đề chính như sau:

1. Xây dựng được hệ phương pháp xác định, đánh giá yếu tố ảnh hưởng đến lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất trầm tích Đệ tứ ĐBSH bằng cách kết hợp hiệu quả phương pháp thủy văn đồng vị, phương pháp viễn thám - GIS, phương pháp giải tích và phương pháp mô hình số. Từ nghiên cứu tại ĐBSH, tổ hợp phương pháp này có thể sử dụng cho các vùng khác.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất ĐBSH theo thứ tự từ ảnh hưởng nhiều đến ảnh hưởng ít gồm lượng mưa, lớp phủ bề mặt - sử dụng đất, loại đất, trầm tích Đệ tứ và đá gốc, mực nước dưới đất, địa mạo, độ dốc địa hình và mật độ sông suối.

3. Phân vùng được vùng tiềm năng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất ĐBSH theo giá trị tiềm năng bổ cập nước dưới đất (GRI), với giá trị GRI thay đổi trong khoảng từ 0,08 đến 0,30.

4. Xác định lượng bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất theo vùng tiềm năng bổ cập: i) vùng I, tiềm năng bổ cập thấp, lượng bổ cập trung bình 188mm/năm ứng với GRI trong khoảng 0,08 đến 0,16, ii) vùng II, tiềm năng bổ cập trung bình, lượng bổ cập trung bình 372mm/năm ứng với GRI trong khoảng 0,16 đến 0,23 và iii) vùng III, tiềm năng bổ cập cao, lượng bổ cập trung bình 429mm/năm ứng với GRI trong khoảng 0,23 đến 0,30.

5. Đánh giá được vai trò của nước mưa trong sự hình thành trữ lượng nước dưới đất. TCN Holocen: nguồn nước đóng góp chính là từ nước mưa, nước tưới và từ xâm phạm trữ lượng tĩnh; nguồn thoát nước chính ra khỏi hệ thống gồm do bốc hơi, thoát ra hệ thống sông, kênh và qua thấm xuyên cho TCN bên dưới. TCN Pleistocen: nguồn nước đóng góp chính gồm từ sông, kênh, thấm xuyên, từ đá gốc bên rìa đồng bằng và từ nguồn xâm phạm trữ lượng tĩnh; nguồn thoát nước chính ra khỏi hệ thống chủ yếu do khai thác nước dưới đất, thấm xuyên.

Nguồn bổ cập chính cho TCN Đệ tứ ĐBSH gồm i) nguồn bổ cập từ nước mưa, nước tưới, nước trên mặt diễn ra tất cả các mùa trong năm, lớn nhất vào mùa mưa chiếm đến 67,63% tổng lượng bổ cập, tương ứng 5607868 m^3/ngày. Ngược lại vào mùa khô, lượng bổ cập này còn 9,75%, tương ứng 664326 m^3/ngày. Lượng bổ cập từ nước sông cho nước dưới dất trầm tích Đệ tứ chỉ xảy ra chủ yếu vào mùa mưa chiếm từ 9,51% -17,36%, tương ứng từ 788378 m^3/ngày đến 1928548 m^3/ngày. Lượng bổ cập từ biên đá gốc ven rìa đồng bằng, lượng nước thoát ra biển xảy ra ở tất cả các mùa trong năm nhưng với lượng không lớn.

Nguồn thoát chủ yếu của các TCN Đệ tứ ĐBSH là do xâm phạm trữ lượng tĩnh (do thành phần khai thác nước dưới đất) chiếm 13,91% đến

29,86% và do thành phần bốc hơi chiếm 13,94% đến 59,74%, tương ứng từ 705693m^3/ngày đến 4085660 m^3/ngày.

Kiến nghị:

Do điều kiện triển khai thực địa bị hạn chế nên các mẫu đồng vị, đặc biệt là đồng vị bền cần được bổ sung mùa mưa thì kết quả nghiên cứu sẽ có độ tin cậy cao hơn. Các mẫu đồng vị phóng xạ cần được bổ sung để đảm bảo rằng số mẫu đủ phản ánh và đại diện cho mỗi vùng tiềm năng bổ cập khác nhau cũng như đảm bảo độ sâu lấy mẫu đồng vị khác nhau, phân bố đều trong TCN Holocen.

Cần bổ sung tính toán giá trị bổ cập từ mưa cho nước dưới đất theo phương pháp dao động mực nước trên toàn khu vực nghiên cứu. Khi số mẫu đủ lớn, cần tiến hành đánh giá độ nhạy của các trọng số theo phương pháp Giải đoán đường cong tiên lượng ROC, từ đó củng cố thêm cơ sở tin cậy cho hệ phương pháp xác định lượng bổ cập cho nước dưới đất từ nước mưa.

Công tác quản lý tài nguyên nước, khai thác bền vững, và bảo vệ môi trường nước dưới đất trầm tích Đệ tứ ĐBSH cần được quan tâm xem xét đến vai trò nguồn bổ cập tự nhiên nước dưới đất cũng như các các thành phần cung cấp khác được đánh giá toàn diện trong nghiên cứu này.

DANH MỤC CÁC BÀI BÁO ĐÃ XUẤT BẢN LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

Tiếng Việt

1. Lê Việt Hùng, Phạm Quý Nhân, Trần Quốc Cường, *Phương pháp xác định lượng bổ cập tự nhiên nước dưới đất*, Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường, ISSN số 19, tháng 3/2018, trang 38-49, 2018

Tiếng Anh

1. V.H Le, Q.N Pham, T.L Tran, D.N Dang, *Using isotope technique to estimate groundwater recharge in the Red river delta plain*, Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường, số 77, trang 88-95, 12/2021

Available at http://tapchivatuyentap.tlu.edu.vn/Home/groupid/113

2. V.H Le, Q.N Pham, *Application of analytical hierarchical process (AHP) method for delineation of groundwater recharges potential zones in the Red River Delta Plain*, Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường, số 39, trang 93-104, 2021.

3. Q.N Pham, V.H Le, T.L Tran, V.L.K Thi, D.N Dang, Q.C Tran, *Zoning groundwater potential recharge using remote sensing and GIS technique in the Red river delta plain*, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 964 012022

Available at https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/964/1/012025

4. V.H Le, V.L.K Thi, *Application of satellite - retrieved vegetation index and surface temperature in delineating potential agricultural drought risk areas*, International Conference "Technology in Natural disaster prevention and Risk reduction", Publishing house for Science and Technology, ISBN 9786043570700, 31/08/2022.

5. V.H Le, Q.N Pham, T.L Phung, V.C Doan, Q.C Tran, T.T Dang, A role of groundwater recharge to groundwater exploitation in the Red River Delta Plain, Vietnam Journal of Science, technology and engineering, P-ISSN 2525-2461, E-ISSN2615-9937.