

# KHẢ NĂNG SỬ DỤNG CHỈ SỐ SPI TRONG ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐIỀU KIỆN KHÔ HẠN VÀ ẨM ƯỚT ĐẾN NĂNG SUẤT LÚA Ở VÙNG CẦN THƠ - HẬU GIANG

Nguyễn Văn Hồng<sup>(1)</sup>, Phan Thị Anh Thơ<sup>(1)</sup>, Ngô Sỹ Giai<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu

<sup>(2)</sup>Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu

**Tóm tắt:** Bài báo này giới thiệu những kết quả chủ yếu về nghiên cứu khả năng sử dụng chỉ số hạn khí tượng – chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI) trong đánh giá ảnh hưởng của các điều kiện khô hạn và ẩm ướt đến năng suất lúa ở vùng nông nghiệp Cần Thơ – Hậu Giang. Các kết quả nhận được cho thấy: 1) Sự biến động của năng suất trung bình tình, cũng như năng suất thời tiết của lúa trong 2 vụ Đông xuân và mùa có sự tương quan khá chặt chẽ với chỉ số SPI; 2) Với số liệu lượng mưa hiện có, bằng chỉ số hạn khí tượng SPI cho 1 tháng (SPI-1) có thể: (i) đánh giá ảnh hưởng của các điều kiện khô hạn và ẩm ướt đối với sự sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất của cây lúa trong vụ Đông xuân và mùa ở vùng Cần Thơ – Hậu Giang, và (ii) dự tính nguy cơ phát sinh và lây lan của các loại sâu bệnh hại cảm với các điều kiện khô hạn và ẩm ướt; 3) Sử dụng chỉ số SPI, các thông tin dự báo khí tượng thủy văn (KTTV) và dự báo khí hậu cùng với sự phối hợp với các cơ quan KTTV, các cơ quan nông nghiệp từ tỉnh, thành phố và các huyện có thể xây dựng các kế hoạch phòng chống hạn hán, lũ lụt và sâu bệnh để chủ động công tác phòng chống thiên tai, nâng cao và ổn định năng suất lúa trong vụ Đông xuân và mùa ở vùng này.

**Từ khóa:** Chỉ số hạn khí tượng; Chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI); sâu bệnh hại lúa, năng suất xu thế và năng suất thời tiết của lúa.

## 1. Mở đầu

Để đánh giá ảnh hưởng và tác động của hạn hán đối với sản xuất và đời sống trong điều kiện chỉ sử dụng số liệu mưa, là loại số liệu mà bất kỳ trạm khí tượng hoặc trạm đo mưa nào đều có thể có và cung cấp, theo khuyến cáo Tổ chức Khí tượng Thế giới [11] nên sử dụng chỉ số hạn khí tượng: chỉ số chuẩn hóa giá trị thủy, SPI, ở Việt Nam thường gọi là chỉ số chuẩn hóa lượng mưa và cũng sử dụng ký hiệu SPI.

Chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI) là chỉ số thống kê so sánh tổng lượng mưa thu được tại một địa điểm cụ thể trong suốt thời kỳ n tháng với sự phân bố lượng mưa dài hạn trong cùng thời gian tại địa điểm đó. SPI được tính trên cơ sở hàng tháng cho một cửa sổ di chuyển của n tháng, trong đó n cho biết thời gian tích lũy mưa, điển hình là 1, 3, 6, 9, 12, 24 hoặc 48 tháng. Các SPI tương ứng được biểu thị là SPI-1, SPI-3, SPI-6, SPI-9...SPI-48.

\*Liên hệ tác giả: Nguyễn Văn Hồng

Email: nguyenvanhong79@gmail.com

Các SPI được tính theo các đơn vị độ lệch chuẩn so với trung bình dài hạn của một phân bố đã được chuẩn hóa. Chỉ số SPI được sử dụng nhiều trong đánh giá hạn khí tượng ở các nước và ở Việt Nam [3,4,6,8-10,12]. Trong năm 2009 WMO đã chọn SPI như là một chỉ báo hạn hán khí tượng [11]. Hạn hán có tác động rất đáng kể đến năng suất lúa ĐBSCL trong đó có tỉnh Hậu Giang. Các đợt hạn hán với mức độ khắc nghiệt từ hạn vừa đến hạn rất nghiêm trọng được xác định bằng chỉ số SPI [3,4-6,13-14] tính theo lượng mưa tháng có thể sử dụng để đánh giá tác động của hạn hán đối với năng suất lúa.

## 2. Phương pháp và số liệu sử dụng

SPI được tính toán đơn giản bằng sự chênh lệch của lượng mưa thực tế R (tổng lượng mưa tuần, tháng, mùa, vụ thực tế) so với trung bình nhiều năm ( $\bar{R}$ ) và chia cho độ lệch chuẩn của lượng mưa trong các thời kỳ tương ứng. Công thức tính SPI có dạng như sau:  $SPI = (R - \bar{R})/\sigma$ .

SPI là một chỉ số không thứ nguyên: khi các giá trị của SPI mang dấu âm thì nó chỉ ra hạn

hán, còn mang giá trị dương tức là chỉ ra tình trạng ẩm ướt.

Để đánh giá mức độ hạn hán sẽ sử dụng các giá trị của SPI với các ngưỡng của bảng phân loại hạn hán như sau (Bảng 1). Các giá trị của SPI mang dấu âm thể hiện sự thiếu hụt mưa tại thời điểm tính toán so với mức trung bình. Điều này có nghĩa là

giai đoạn đó có nguy cơ hạn hán. Khi SPI mang giá trị dương chỉ ra tình trạng thừa ẩm, tức là mưa tại thời điểm tính toán lớn hơn so với mức trung bình nhiều năm. Vì SPI có thể được tính toán qua các thời kỳ tích lũy mưa khác nhau nên các giá trị SPI khác nhau cho phép ước tính các tác động tiềm ẩn khác nhau của hạn hán khí tượng.

*Bảng 1. Phân cấp mức độ hạn/ẩm dựa theo SPI áp dụng cho Việt Nam*

Phân cấp mức độ hạn/ẩm	Khoảng giá trị tương ứng của SPI ở Việt Nam	Phân cấp mức độ hạn/ẩm	Khoảng giá trị tương ứng của SPI ở Việt Nam
Chớm ẩm	0,25 ÷ 0,49	Chớm hạn (thiếu nước)	-0,49 ÷ 0,25
Ẩm vừa	0,5 ÷ 0,99	Hạn vừa	-0,99 ÷ -0,5
Ẩm	1 ÷ 1,44	Hạn nặng	-1,44 ÷ -1,0
Ẩm rất nặng	1,5 ÷ 1,99	Hạn rất nặng	-1,99 ÷ -1,5
Ẩm rất nghiêm trọng	>2,0	Hạn rất nghiêm trọng	< -2,0

(Nguồn: Nguyễn Văn Thắng và cộng sự, 2007)

Vì SPI có thể được tính theo các độ dài thời gian tích lũy khác nhau, nên các SPI khác nhau có thể tạo điều kiện đánh giá các tác động tiềm ẩn/tiềm năng khác nhau của hạn khí tượng [12]: i) Các SPI cho các thời kỳ tích lũy ngắn, ví dụ từ 1 đến 3 tháng (SPI-1 hoặc SPI-3) chỉ báo cho những tác động ngay lập tức, như sự giảm sút của độ ẩm đất hoặc lưu lượng dòng chảy trong khe suối, hoặc sông nhỏ; ii) Các SPI cho các thời kỳ tích lũy trung bình, ví dụ từ 3 đến 12 tháng (SPI-3 hoặc SPI-12) chỉ báo cho sự giảm dòng chảy trên suối hoặc sự tích trữ của các hồ chứa; và iii) Chỉ số SPI cho các giai đoạn tích lũy dài (SPI-12 đến SPI-48) là các chỉ số cho sự giảm lượng nạp cho hồ chứa và nạp nước ngầm.

Để đánh giá ảnh hưởng của điều kiện khô hạn/hạn hán và ẩm ướt/lũ lụt đối với sự sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất lúa việc sử dụng SPI theo tháng và vụ được coi là phù hợp [13-15]. Vì vậy trong bài báo này chúng tôi sử dụng chỉ số SPI của 1 tháng (SPI-1) cho một vụ lúa/một mùa (bao gồm mùa khô/vụ Đông xuân và mùa mưa/vụ mùa). Để tính chỉ số SPI cho vùng Cần Thơ – Hậu Giang chúng tôi sử dụng lượng mưa tháng trong 35 năm gần đây của trạm Khí tượng Cần Thơ. Số liệu năng suất lúa trung bình tỉnh của vùng Cần Thơ – Hậu Giang trong 2 vụ Đông xuân và vụ mùa trong thời gian tương ứng (1981-2015) đã được sử dụng trong nghiên cứu và đánh giá.

Năng suất lúa được đề cập với 3 hợp phần sau đây: i) năng suất trung bình tỉnh; ii) năng suất xu thế; iii) năng suất thời tiết. Đơn vị tính cho 3 loại năng suất là tạ/ha/vụ. Phương pháp xác định 2 hợp phần ii và iii được trình bày trong [2,5,7,16].

### 3. Kết quả và thảo luận

Các kết quả tính toán SPI hàng tháng (SPI-1) được trình bày ở Bảng 2a, SPI 6 tháng (SPI-6)/mùa và năng suất thời tiết của lúa Đông xuân và Mùa cho vùng Cần Thơ - Hậu Giang được trình bày ở Bảng 2b. Tần số xuất hiện số tháng khô hạn/ẩm ướt theo các cấp khắc nghiệt khác nhau được trình bày ở Bảng 3.

#### 3.1 Diễn biến và xu thế biến động của SPI trong vụ Đông xuân và vụ Mùa ở vùng Cần Thơ – Hậu Giang

Ở vùng khu vực Nam Bộ nói chung và vùng Cần Thơ – Hậu Giang nói riêng, vụ Đông xuân kéo dài từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau, gần như nằm trọn trong mùa khô, và vụ Mùa kéo dài từ tháng 5 trước hết tháng 10, nằm trọn trong mùa mưa ở vùng này. Về điều kiện khô hạn và ẩm ướt ở vùng Cần Thơ – Hậu Giang trong 2 vụ sản xuất chính (vụ Đông xuân và vụ Mùa) có thể mô tả như dưới đây.

##### 3.1.1 Trong vụ Đông xuân (tháng 11 - tháng 4):

Tổng lượng mưa trung bình: 263,6mm; cao nhất: 688,5mm (mùa khô 2005-2006); thấp

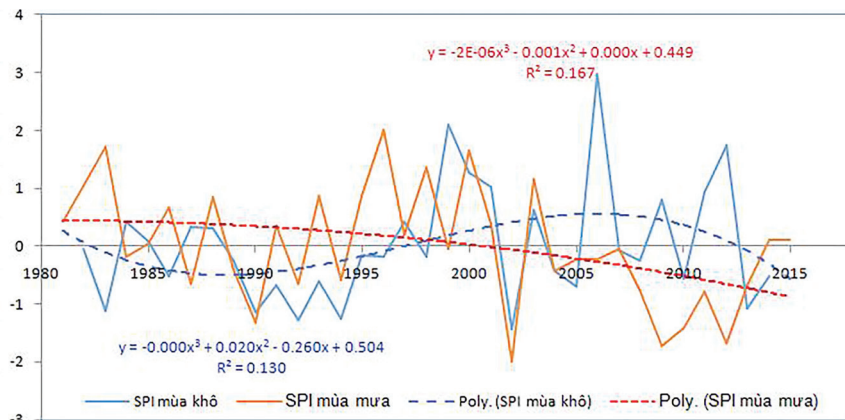
nhất: 52,5mm (mùa khô 2001-2002); độ lệch chuẩn: 144,3mm, hệ số biến động khá lớn, khoảng 0,55. Có khoảng 80% số năm lượng mưa mùa khô không vượt quá 375,1 mm và khoảng 20% lượng mưa này không thấp hơn 157,5 mm. Kết quả tính toán cho thấy: Giá trị cao nhất của SPI là 2,86; thấp nhất là (-1,46). Phương trình xu thế của SPI trong vụ Đông xuân trong 35 năm qua có dạng như sau:

$$Y_{\text{SPI}_{\text{xt-mk}}} = -0,000X^3 + 0,020X^2 - 0,260X + 0,504; R^2 = 0,130$$

### 3.1.2 Trong vụ Mùa (tháng 5- tháng 10):

Tổng lượng mưa trung bình của mùa mưa: 1326,4mm; Cao nhất: 1793,5mm; thấp nhất: 863,1mm. Độ lệch chuẩn: 233,7mm, hệ số biến động: 0,20.

Có khoảng 80% số năm lượng mưa mùa



Hình 1. Diễn biến và xu thế biến động của chỉ số SPI thời kỳ 1981 – 2015 ở vùng Cần Thơ - Hậu Giang trong mùa khô và trong mùa mưa

3) Trong mùa khô, chỉ số SPI có xu thế giảm dần về giá trị âm (xu thế khô hạn hơn tăng lên) trong 17 năm về sau kể từ năm 1981, tăng dần từ năm 1997(xu thế ẩm ướt hơn tăng lên) và từ năm 2012 chỉ số này có xu thế giảm dần về giá trị âm (điều kiện và hạn hán tăng lên).

## 3.2 Diễn biến và xu thế biến động của năng suất lúa trong vụ Đông xuân và vụ Mùa trong 35 năm qua ở vùng Cần Thơ – Hậu Giang

### 3.2.1 Diễn biến và xu thế biến động của năng suất lúa trong vụ Đông xuân (mùa khô)

Từ 34 vụ Đông xuân vừa qua (1981-2015) nhận thấy năng suất lúa trung bình (nsth tỉnh) vùng Hậu Giang – Cần Thơ có những đặc điểm

mưa không vượt quá 1530,8mm và khoảng 20% lượng mưa này không thấp hơn 1158,0mm. Kết quả tính toán cho thấy: Giá trị cao nhất của SPI là 2,0, thấp nhất là -1,98. Phương trình xu thế của SPI trong vụ Mùa trong 35 năm qua có dạng như sau:

$$Y_{\text{xtspimm}} = -2E-06X^3 - 0,001X^2 + 0,000X + 0,449; R^2 = 0,167$$

Về xu thế biến động của chỉ số SPI trong 35 năm qua (1981-2018) có thể đưa ra một số nhận xét chủ yếu sau sau:

1) Cả trong vụ Đông xuân (mùa khô) và trong vụ Mùa (mùa mưa) xu thế biến động của chỉ số SPI là ngẫu nhiên, ít phụ thuộc vào thời gian;

2) Trong vụ mùa, chỉ số SPI có xu thế giảm dần về giá trị âm, đặc biệt từ sau năm 2000, chỉ số hầu như mang giá trị âm, xu thế khô hạn và hạn hán tăng lên.

sau đây: i) Nsth tỉnh dao động trong khoảng từ thấp nhất 27,4 tạ/ha (vụ ĐX 1981) đến cao nhất 77,3 tạ/ha (vụ ĐX 2015); ii) Năng suất xu thế của lúa trong vụ mùa ( $Y_{\text{xtm}}$ ) ở vùng này có thể tính theo phương trình tương quan theo thời gian:  $Y_{\text{xtm}} = 1,146X + 35,78; R_2 = 0,910$ . Năng suất thời tiết trong vụ Đông xuân ở vùng này, là giá trị chênh lệch giữa năng suất thực tế và năng suất xu thế biến động khá lớn, từ (-10,2 tạ/ha, vụ ĐX 1992-1993) đến 6,45 tạ/ha (vụ ĐX 2004-2005).

### 3.2.2 Diễn biến và xu thế biến động của năng suất lúa trong vụ Mùa (mùa mưa)

Từ 35 vụ mùa vừa qua (1981-2015) nhận thấy năng suất lúa ở vùng này có những đặc

điểm sau đây: i) Nstb tình dao động trong khoảng từ thấp nhất là 21,0 tạ/ha (vụ mùa 1987) đến cao nhất là 47,9 tạ/ha (vụ mùa 2015); ii) Năng suất xu thế của lúa trong vụ mùa (Yxtm) ở vùng này có thể tính theo phương trình tương quan theo thời gian:  $Yxtm = 0,571X + 21,85$ ;  $R^2 = 0,795$ . Năng suất thời tiết trong vụ mùa ở vùng này biến động khá lớn, trong khoảng 6,1 tạ/ha

(vụ mùa 2015) đến (-5,53 tạ/ha) (vụ mùa 1998).

### 3.3 Tác động của chỉ số SPI đến tổn thất năng suất lúa trong 35 năm

Một trong những nguyên nhân gây giảm năng suất lúa là tình trạng quá khô hạn trong vụ lúa Đông xuân (hạn hán, thiếu nước và xâm nhập mặn trong mùa khô), là quá ẩm ướt, ngập úng trong mùa mưa.

*Bảng 2. Tần số xuất hiện các cấp khô hạn/hạn hán và ẩm ướt/lũ lụt trong 35 năm qua ở vùng Cần Thơ – Hậu Giang*

Các cấp khắc nghiệt	Các cấp khắc nghiệt						Tổng
	XI	XII	I	II	III	IV	
<b>Khô hạn/Hạn hán</b>							
Hạn vừa (-0,99 đến -0,5)	9,0	15,0	14,0	0,0	18,0	17,0	73
Hạn nặng (-1,44 đến -1,0)	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5
Hạn rất nặng (-1,99 đến -1,5)	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1
Hạn rất nghiêm trọng (<-2,0)	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ẩm ướt/Lũ lụt</b>							
Chớm ẩm (0,25 đến 0,49)	3,0	1,0	1,0	2,0	1,0	3,0	11
Ẩm vừa (0,5 đến 0,99)	4,0	3,0	4,0	3,0	0,0	2,0	16
Ẩm (1,0 đến 1,44)	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	2,0	4
Ẩm rất nặng (1,5 đến 1,99)	4,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	11
Ẩm rất nghiêm trọng (>2,0)	1,0	3,0	2,0	1,0	3,0	1,0	11
Các cấp khắc nghiệt	Mùa mưa (Tháng 5- tháng 10)						
	V	VI	VII	VIII	IX	X	
<b>Khô hạn/Hạn hán</b>							
Hạn vừa (-0,99 đến -0,5)	1,0	4,0	6,0	5,0	5,0	5,0	26
Hạn nặng (-1,44 đến -1,0)	4,0	4,0	7,0	4,0	5,0	1,0	25
Hạn rất nặng (-1,99 đến -1,5)	3,0	1,0	0,0	3,0	1,0	2,0	10
Hạn rất nghiêm trọng (<-2,0)	0	0	0	0	0	1	1
<b>Ẩm ướt/Lũ lụt</b>							
Chớm ẩm (0,25 đến 0,49)	2,0	4,0	3,0	3,0	3,0	4,0	19
Ẩm vừa (0,5 đến 0,99)	3,0	4,0	4,0	3,0	5,0	5,0	24
Ẩm (1,0 đến 1,44)	2,0	5,0	4,0	7,0	1,0	1,0	20
Ẩm rất nặng (1,5 đến 1,99)	4,0	1,0	2,0	2,0	3,0	0,0	12
Ẩm rất nghiêm trọng (>2,0)	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	2,0	5

Từ các kết quả đánh giá mức độ khắc nghiệt của hạn hán/lũ lụt, như được trình bày ở Bảng 3 (dựa theo các tiêu chí đã nêu ở Bảng 1) có thể đưa ra những nhận xét dưới đây.

#### 3.3.1 Tác động trong vụ Đông xuân

Nằm trọn trong mùa khô, từ tháng 11 đến tháng 4, trong cả 34 vụ, số tháng gặp hạn vừa là 74 tháng, là cấp độ hạn phổ biến nhất trong

vụ đông xuân. Hạn hán với mức độ này xảy ra chủ yếu vào 2 tháng đầu vụ và 2 tháng cuối vụ, ở giữa vụ không đáng kể. Hạn nặng và hạn rất nặng rất ít xảy ra; hạn rất nghiêm trọng chưa thấy xuất hiện ở vùng này trong 34 vụ vừa qua, tính đến năm 2015.

Các tháng ẩm ướt xảy ra với số lượng khá trong vụ, nhiều nhất là các tháng chớm ẩm (11 tháng) và ẩm vừa (16 tháng). Các đợt ẩm xảy ra chủ yếu vào các tháng cuối hoặc đầu mùa mưa.

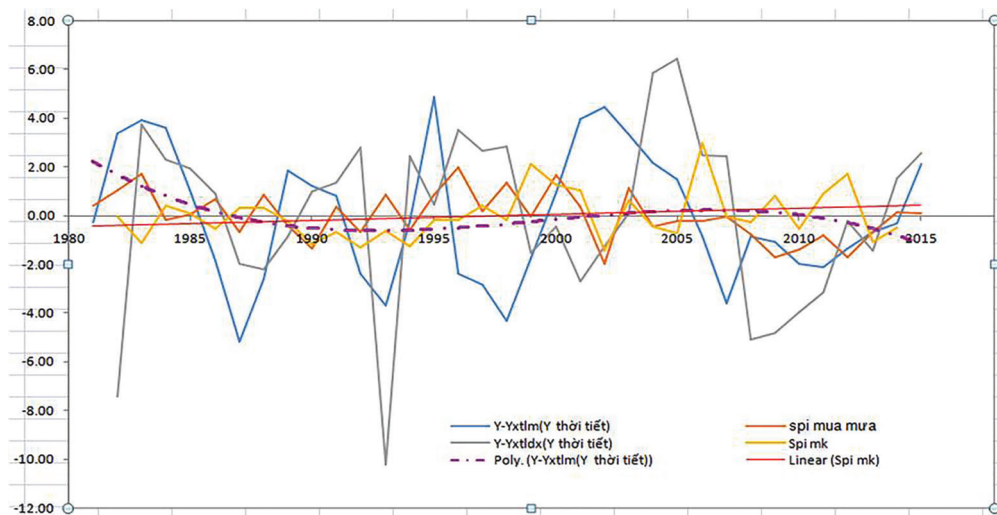
Các đợt hạn và các đợt ẩm này là một trong những nguyên nhân chính về sự phát sinh và lây lan của các dịch hại sâu và bệnh hại lúa nhạy cảm với khô hạn hoặc điều kiện ẩm trong vụ, là một trong những nguyên nhân chính gây nên sự biến động mạnh mẽ của năng suất lúa do thời tiết và sâu bệnh.

### 3.3.2 Tác động trong vụ Mùa

Trong vụ lúa mùa (mùa mưa), trong cả 35 vụ, số tháng gặp hạn vừa là 65 tháng, hạn nặng là 26 tháng, hạn rất nặng là 25 tháng, có xảy ra 11 tháng hạn rất nghiêm trọng. Các đợt hạn vừa và nặng thường xảy ra vào các tháng 7, 8 và 9; ở các tháng cuối vụ số tháng hạn theo 2 cấp này không đáng kể.

Không nhận thấy sự chênh lệch đáng kể trong tần số xuất hiện các tháng với 3 cấp ẩm ướt trong vụ: nhiều nhất là ẩm vừa (22 tháng), tiếp theo là chớm ẩm (20 tháng) và ẩm nặng (19 tháng). Các đợt ẩm này xảy ra với sự phân bố khá đều trong các tháng đầu và giữa mùa mưa.

Sự phân bố không quá chênh lệch giữa hạn hán và ẩm ướt trong vụ mùa, ngoài sự thuận lợi về điều kiện ẩm và ánh sáng đối với cây trồng, đây cũng là sự thuận lợi cho sự phát sinh những dịch hại về sâu và bệnh đối với cây trồng, gia súc và các vật nuôi thủy sản.



Hình 2. So sánh năng suất thời tiết (tạ/ha) và các chỉ số SPI trong 34 vụ lúa Đông xuân (các mùa khô) và 35 vụ lúa mùa (các mùa mưa) trong các năm 1981-2015.

## 4. Kết luận và kiến nghị

Từ các kết quả nhận được có thể đưa ra một số kết luận sau đây:

1) Bảng chỉ số hạn khí tượng SPI, dựa vào số liệu lượng mưa hiện có, có thể đánh giá ảnh hưởng và tác động của các điều kiện khô hạn và ẩm ướt đối với sự sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất của cây lúa trong vụ Đông xuân và mùa ở vùng Cần Thơ – Hậu Giang;

2) Sự biến động của năng suất lúa trung bình

tỉnh, cũng như năng suất thời tiết của lúa trong 2 vụ Đông xuân và mùa có sự tương quan khá chặt chẽ với chỉ số SPI.

3) Sự xuất hiện với tần số khá cao và khá tập trung của các cấp hạn vừa và hạn nặng, cũng như sự phân bố khá đồng đều của 4 cấp ẩm, bao gồm chớm ẩm, ẩm vừa, ẩm rất nặng và ẩm rất nghiêm trọng trong vụ Đông xuân, cũng như sự xuất hiện với tần số khá cao của hạn vừa, sự phân bố khá đều của hạn nặng và hạn rất nặng

trong vụ Mùa xuân là những chỉ báo rất có ý nghĩa về nguy cơ xuất hiện các loại sâu bệnh nhạy cảm với các điều kiện khô hạn và ẩm ướt được xác định bằng chỉ số SPI;

4) Bảng chỉ số SPI, với sự phối hợp với các cơ quan KTTV, các cơ quan nông nghiệp từ tỉnh,

thành phố và các huyện có thể sử dụng số liệu mưa và các thông tin dự báo khí tượng thủy văn, dự báo khí hậu để xây dựng các kế hoạch phòng chống hạn hán và lũ lụt nhằm nâng cao và ổn định năng suất lúa trong vụ Đông xuân và mùa ở vùng này.

#### Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thị Hà, Ngô Sỹ Giai (2008), *Nghiên cứu dự báo năng suất ngô, đậu tương, lạc và xây dựng công nghệ giám sát KTN ở Việt Nam*, Báo cáo tổng kết Đề tài cấp Bộ, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Hà Nội.
2. Trần Thục (2008), *Xây dựng bản đồ hạn hán và mức độ thiếu nước sinh hoạt ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên*, Báo cáo tổng kết dự án, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Hà Nội.
3. Nguyễn Văn Thắng (2007), *Nghiên cứu và xây dựng công nghệ dự báo và cảnh báo sớm hạn hán ở Việt Nam*, Báo cáo tóm tắt đề tài NCKH cấp Bộ, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Hà Nội.
4. Gommès, R. (1998), *Agroclimatic concepts, Production variability and losses*, CAgM/MMG-2/Doc.5.
5. *Agricultural Drought Indices. Proceedings of an Expert Meeting. 2-4 June, 2010, Murcia, Spain.*
6. World Bank (2013), *Agricultural sector risk assessment in Niger: Moving from Crisis Response to Long-Term Risk Management, Technical assistance.*
7. Vijendra K. Boken, Arthur P. Crackell, and Ronald L. Heathcote (Edited) (2005), *Monitoring and Predicting Agricultural Drought, A Global study*, Oxford University Press.
8. WMO (2012), *Standardized Precipitation Index User Guide*, World Meteorological Organization.
9. Asa Giertz, Jorge Caballero, Diana Galperin, Donald Makoka, Jonathan Olson, and George German (2015), *Agricultural sector risk assessment*, World Bank Group Report Number 99941-MW.
10. WMO.2009. *Lincoln Declaration on Drought Indices.*
11. [www.wmo.int/pages/Lincoln-Declaration-Drought-Indices.pdf](http://www.wmo.int/pages/Lincoln-Declaration-Drought-Indices.pdf)
12. *SPI: Standardized Precipitation Index. JRC. Product fact sheet: SPI – Europe. Version 1 (September, 2011).*
13. Nyda C., Andrew M. (2015), “*Drought Monitoring for Rice Production in Cambodia*”, *Climate*, 3, 792-811.
14. Md Abiar Rahman, SuChul Kang, Nidhi Nagabhatla, Robert Macnee (2017), *Impacts of temperature and rainfall variation on rice productivity in major ecosystems of Bangladesh*, Rahman et al. *Agric & Food Secur*, 6:10. DOI 10.1186/s40066-017-0089-5.
15. Subasha, N., Ram Mohan H.S (2011), “*Trend detection in rainfall and evaluation of standardized precipitation index as a drought assessment index for rice-wheat productivity over IGR in India*”, *International Journal of Climatology*, 31, 1694–1709. Published online 18 June 2010 in Wiley Online Library ([wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)) DOI: 10.1002/joc.2188.
16. Liu Sun, Scott W. Mitchell, Andrew Davidson, (2011), *Multiple drought indices for agricultural drought risk assessment on the Canadian prairies. International Journal of Climatology. In. J. Climatol.*

# POSSIBILITIES OF USE THE STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI) IN ASSESSING INFLUENCE OF DRY AND WET CONDITIONS TO RICE CROP YIELD IN CAN THO AND HAU GIANG PROVINCES

Nguyen Van Hong<sup>(1)</sup>, Phan Thi Anh Tho<sup>(1)</sup>, Ngo Sy Giai<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Sub - Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

<sup>(2)</sup>Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

**Abstract:** *This paper presents the main results of the research on the possibilities in using a meteorological drought index – the Standardized Precipitation Index (SPI) in the assessment of the effects of dry and wet conditions on rice yield in Can Tho and Hau Giang provinces. The results showed that: 1) The variations in provincial average yield, as well as the weather-induced yield of rice in the Winter-spring and Summer rice crops, are closely correlated with the SPI; 2) With the existing rainfall data, using SPI-1 and SPI-6 it can fully evaluate the effects of drought and wet conditions to growth, development and productivity of rice in the Winter-spring and Summer rice crops in Can Tho-Hau Giang area; 3) Use of SPI, as well as hydrometeorological forecasts, climate forecasts, and close coordination with hydrometeorological experts, agricultural agencies from provinces, cities and counties are possible to develop flood and drought prevention plans to actively prevent natural disasters, improve and stabilize rice yields in two mentioned rice crop seasons.*

**Keywords:** *SPI, yield of rice, Can Tho, Hau Giang.*

# ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ GIS TRONG NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG DIỆN TÍCH CÂY XANH KHU VỰC NỘI THÀNH HÀ NỘI GIAI ĐOẠN 2013 – 2016

Khuông Văn Hải<sup>(1)</sup>, Trần Hương Trang<sup>(2)</sup>, Nguyễn Xuân Hiến<sup>(1)</sup>, Vũ Văn Doanh<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu

<sup>(2)</sup>Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Ngày nhận bài 16/2/2018; ngày chuyển phản biện 19/2/2018; ngày chấp nhận đăng 20/3/2018

**Tóm tắt:** Bài báo này sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 và phương pháp tính chỉ số thực vật (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) kết hợp với phân tích hồi quy đa biến để nghiên cứu, đánh giá biến động diện tích cây xanh tại khu vực nội thành Hà Nội giai đoạn 2013-2016. Kết quả nghiên cứu cho thấy, diện tích cây xanh giai đoạn từ năm 2013 – 2016 khá ổn định và có xu hướng tăng nhẹ (khoảng 0,8 %). Tỷ lệ phủ xanh trung bình tại khu vực nghiên cứu từ 2013 đến 2016 tương đối cao (khoảng 51%). Mặc dù tỷ lệ phủ xanh tăng nhưng mật độ cây xanh trên đầu người tại khu vực nghiên cứu lại giảm khoảng xấp xỉ 4,4% do hai nguyên nhân chính là quá trình đô thị hóa các quận ven đô và dân số tại khu vực tăng mạnh trong cùng thời gian.

**Từ khóa:** GIS, diện tích cây xanh, nội thành Hà Nội.

## 1. Mở đầu

Cây xanh đóng vai trò quyết định trong xây dựng đô thị xanh. Cây xanh được coi như lá phổi đô thị, có vai trò trong việc gắn kết hài hòa các yếu tố tự nhiên – con người – xã hội, cải thiện điều kiện vi khí hậu, nâng cao chất lượng môi trường sống và tạo cảnh quan đô thị. Hiện nay, ở nước ta có hai phương pháp quản lý diện tích cây xanh đô thị gồm: bản đồ sử dụng đất (được sử dụng nhiều ở các sở ban ngành); bản đồ phân bố các gốc cây xanh (được sử dụng nhiều ở các công ty cây xanh môi trường). Cả hai phương pháp quản lý này đều có nhược điểm chung là không tính được diện tích cây phủ xanh thực tế.

Một trong những công cụ đắc lực hỗ trợ nghiên cứu cây xanh là sử dụng công nghệ viễn thám và GIS. Công nghệ viễn thám là một trong những thành tựu khoa học vũ trụ đạt đến trình độ cao và được ứng dụng rộng rãi trong nhiều ngành, nhiều lĩnh vực từ khí tượng – thủy văn, địa chất, môi trường, ... [5,6,7]. Bài báo này sử

dụng công nghệ viễn thám và GIS trong nghiên cứu biến động diện tích cây xanh đô thị nhằm đánh giá được sự phân bố và biến động cây xanh đô thị, hỗ trợ cho công tác quản lý, quy hoạch cây xanh đô thị tại Thủ đô Hà Nội.

## 2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Số liệu

Dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu là các ảnh vệ tinh Landsat 8 độ phân giải 30m của Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ. Công cụ Additional Criterial được sử dụng chọn các ảnh độ che phủ mây ít hơn 10% để đảm bảo có được những ảnh tốt nhất, ảnh trong, rõ ràng và không có mây ở khu vực nghiên cứu. Thông tin về các ảnh Landsat 8 đã thu thập và xử lý được đưa ra trong Bảng 1.

Số liệu khảo sát được thu thập trong đợt khảo sát tại khu vực nghiên cứu ngày 7/1/2017, số liệu này được sử dụng để làm mẫu đặc trưng và kiểm nghiệm độc lập. Các vị trí khảo sát đặc trưng là các địa điểm có sự ổn định, ít thay đổi về cây xanh trong giai đoạn từ năm 2013 đến 2016. Các vị trí kiểm tra độc lập được lựa chọn ngẫu nhiên nhưng đảm bảo trải đều trên toàn bộ khu vực. Số lượng các vị trí khảo sát là 45 điểm với

\*Liên hệ tác giả: Nguyễn Xuân Hiến  
Email: nguyensexuanhien79@gmail.com

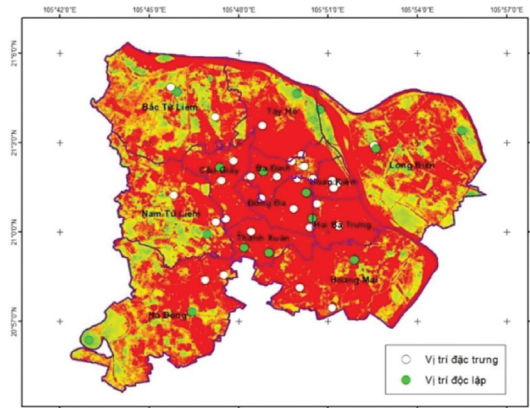
30 điểm đặc trưng để phân loại đối tượng và 15 điểm ngẫu nhiên để kiểm tra độ chính xác của

việc phân loại đối tượng. Sơ đồ các vị trí khảo sát được thể hiện trong Hình 1.

Bảng 1. Các ảnh Landsat 8 được sử dụng trong nghiên cứu

STT	Mã ảnh	Vị trí ảnh	Ngày chụp	Giờ chụp GMT+7
1	LC81270452013160LGN00	127/45	09/06/2013	10h25'
2	LC81270452013352LGN00	127/45	18/12/2013	10h24'
3	LC81270452014019LGN00	127/45	19/01/2014	10h24'
4	LC81270452015022LGN00	127/45	22/01/2015	10h23'
5	LC81270452015150LGN00	127/45	30/05/2015	10h22'
6	LC81270452015182LGN00	127/45	01/07/2015	10h22'
7	LC81270452015230LGN00	127/45	18/08/2015	10h23'
8	LC81270452016137LGN00	127/45	16/05/2016	10h22'
9	LC81270452016153LGN00	127/45	01/06/2016	10h23'
10	LC81270452016265LGN00	127/45	21/09/2016	10h23'
11	LC81270452016281LGN00	127/45	07/10/2016	10h23'
12	LC81270452016345LGN00	127/45	10/12/2016	10h23'

(Nguồn: <http://earthexplorer.usgs.gov/>)



Hình 1. Vị trí các điểm khảo sát thực địa khu vực nghiên cứu

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các bước nghiên cứu, đánh giá sự biến động của diện tích cây xanh trong nghiên cứu bao gồm: 1) Thu thập số liệu ảnh vệ tinh; 2) Lọc và lựa chọn các ảnh có đủ độ tin cậy; 3) Khảo sát, xác định đối tượng; 4) Tính chỉ số thực vật (NDVI) từ các ảnh vệ tinh và đối chiếu với đối tượng mẫu từ các đợt khảo sát; 5) Kiểm định chỉ số NDVI từ các đối tượng mẫu độc lập từ các đợt khảo sát; 6) Xây dựng các bản đồ phân bố diện tích cây xanh dựa vào chỉ số NDVI; 7) Đánh giá sự biến động diện tích cây xanh bằng phương pháp hồi quy đa biến. Chi tiết phương pháp của

các bước được đưa ra như sau:

### a. Công thức tính chỉ số thực vật (NDVI)

Chỉ số thực vật (NDVI) được dùng rất rộng rãi để xác định mật độ phân bố của thảm thực vật, đánh giá trạng thái sinh trưởng và phát triển của cây trồng, làm cơ sở số liệu để dự báo hạn hán, diện tích năng suất và sản lượng cây trồng... Chỉ số thực vật được xác định dựa trên sự phản xạ khác nhau của vật thể giữa kênh phổ nhìn thấy và cận hồng ngoại.

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \quad (1)$$

Trong đó: IR là giá trị bức xạ của bước sóng

cận hồng ngoại (near infrared); R là giá trị bức xạ của bước sóng đỏ (red).

*b. Phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính đa biến*

Sự phát triển của thực vật gắn liền với 4 tiết khí hậu trong năm gồm xuân, hạ, thu và đông. Bởi vậy, sự thay đổi của lớp thực vật thường gắn liền với các yếu tố đặc trưng của khí hậu như: lượng mưa, nhiệt độ, và độ ẩm,... Trong nghiên cứu của Dương Văn Khảm và cộng sự (2011) [4], đã chỉ ra mối quan hệ giữa chỉ số NDVI và các yếu tố khí hậu ảnh hưởng tới năng suất cây lúa.

Qua nghiên cứu nhóm tác giả nhận thấy, biến động của diện tích thực vật có mối quan hệ chặt với 3 yếu tố đặc trưng khí hậu gồm: nhiệt độ, độ ẩm và lượng mưa.

Phương trình hồi quy tuyến tính tổng quát với ba biến độc lập có dạng như sau:

$$Y = b_0 + b_1 \times X_1 + b_2 \times X_2 + b_3 \times X_3 \quad (2)$$

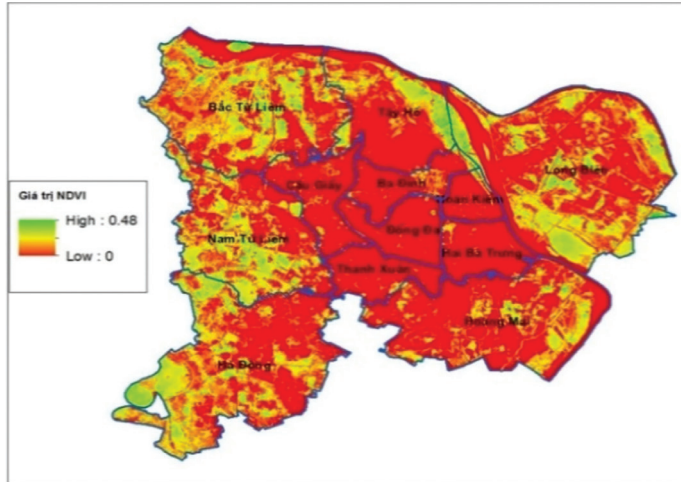
Trong đó: Y là biến phụ thuộc (biến diện tích thực vật);  $X_1, X_2, X_3$  là biến độc lập (biến khí hậu);  $b_0$  là hệ số tung độ gốc;  $b_1$  là hệ số độ dốc của Y theo biến  $X_1$  khi giữ các biến  $X_2, X_3$  không đổi;

$b_2$  là hệ số độ dốc của Y theo biến  $X_2$  khi giữ các biến  $X_1, X_3$  không đổi;  $b_3$  là hệ số độ dốc của Y theo biến  $X_3$  khi giữ các biến  $X_1, X_2$  không đổi.

**3. Kết quả và thảo luận**

Phương pháp NDVI được sử dụng để đánh giá sự chỉ số thực vật từ các ảnh vệ tinh. Kết quả đánh giá ban đầu từ ảnh vệ tinh cho thấy, chỉ số NDVI của các quận nội thành Hà Nội dao động trong khoảng từ 0 – 0,48 (Hình 2).

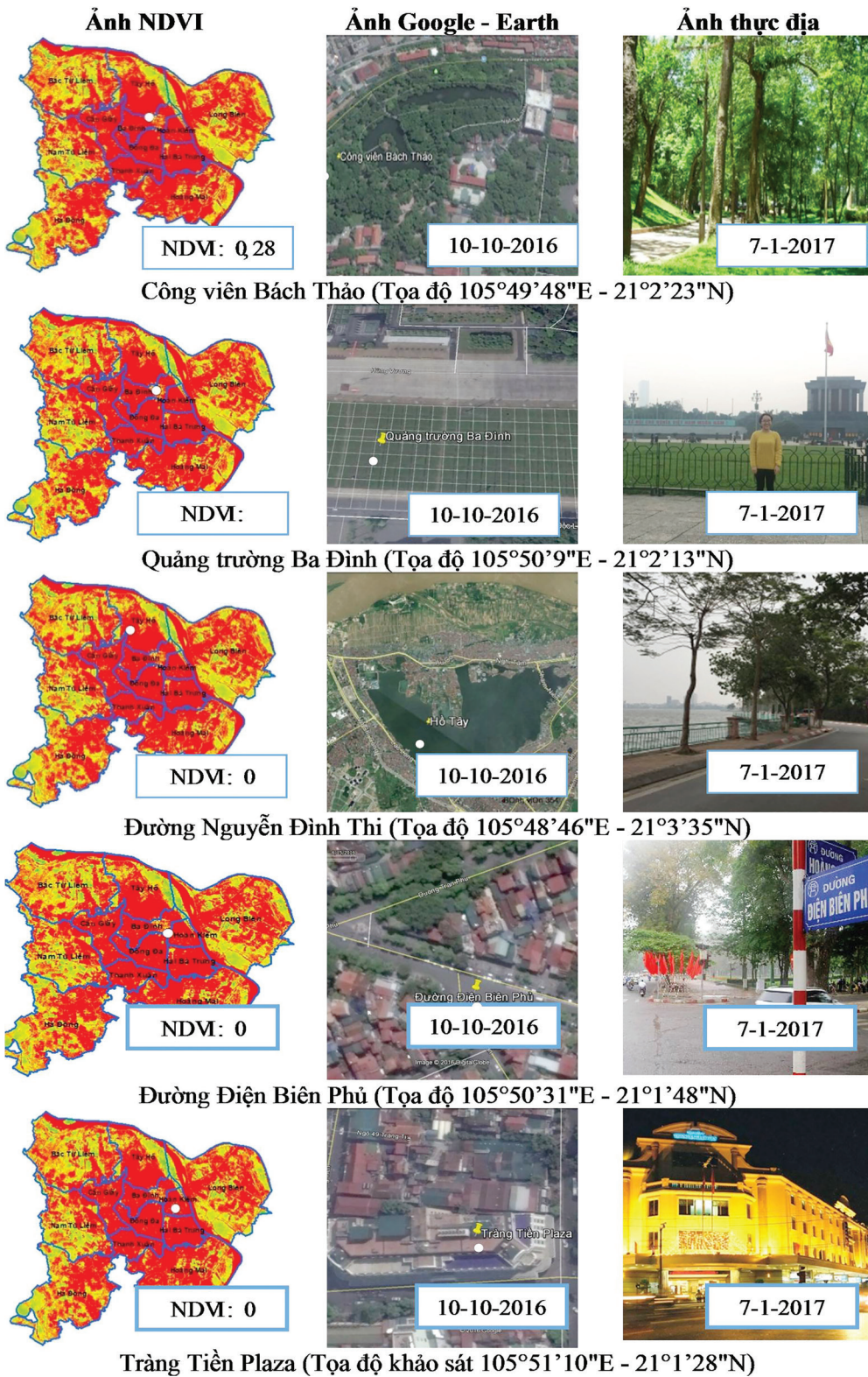
Để loại bỏ các vị trí phi thực vật mà kết quả ban đầu tính toán chỉ số NDVI chưa đánh giá được, 30 điểm khảo sát với 16 điểm thuộc lớp thực vật, 5 điểm thuộc lớp mặt nước, 2 điểm thuộc lớp giao thông và 7 điểm thuộc lớp khu dân cư, khu thương mại đã được sử dụng để chính xác hóa phân lớp thực vật. Hình 3 đưa ra kết quả phân lớp thực vật của một số điểm khảo sát. Kết quả hiệu chỉnh theo các mẫu đặc trưng cho thấy, các khu vực có giá trị của chỉ số NDVI  $\geq 0,18$  mới đảm bảo được có sự che phủ của thực vật, các khu vực có giá trị NDVI  $< 0,18$  là các khu vực phi thực vật thuộc các lớp: giao thông; mặt nước; khu dân cư; thương mại. Chỉ số NDVI tại khu vực này được gán lại bằng 0.



Hình 2. Chỉ số NDVI của các quận nội thành Hà Nội ngày 7/10/2016

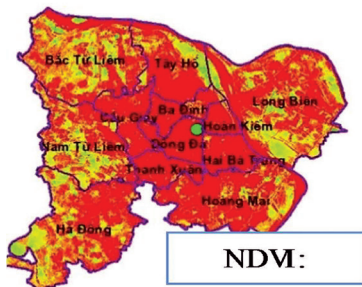
Để kiểm nghiệm độ chính xác của việc phân lớp thực vật, 15 điểm khảo sát độc lập được sử dụng để xác định lại các chỉ số NDVI. Trong 15 vị trí kiểm tra độc lập có 8 vị trí thuộc lớp thực vật, 1 vị trí là mặt nước, 4 vị trí thuộc lớp giao thông và 2 vị trí thuộc lớp khu dân cư. Kết quả cho thấy, các giá trị NDVI ở tất cả các vị trí đều

có độ tin cậy cao. Đáng chú ý, tại hồ Linh Quang (Quận Đống Đa) có chỉ số NDVI xấp xỉ 0,44 mặc dù theo quy hoạch, đây là lớp mặt nước. Thực tế khảo sát cho thấy, bề mặt hồ Linh Quang đã bị bao phủ bởi bèo tấm và rêu dày đặc nên chỉ số thực vật tính toán từ các ảnh vệ tinh có chỉ số cao là hợp lý (Hình 4).



Hình 3. Kết quả phân lớp thực vật tại một số điểm khảo sát

### Ảnh NDVI



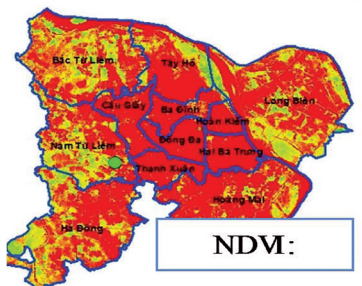
### Ảnh Google - Earth



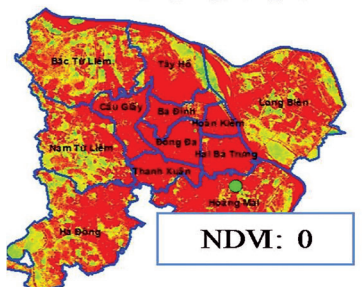
### Ảnh thực địa



**Hồ Linh Quang, quận Đống Đa (Tọa độ 105°50'16"E - 21°1'19"N)**



**Ruộng ngô, quận Nam Từ Liêm (Tọa độ 105°46'58"E - 20°59'56"N)**



**Biệt thự liền kề đường Tam Trinh (Tọa độ 105°51'54"E - 20°59'4"N)**

*Hình 4. Kết quả kiểm định phân lớp thực vật tại một số điểm khảo sát*

Bộ chỉ số NDVI sau khi đã được hiệu chỉnh và kiểm nghiệm được sử dụng để xây dựng bản đồ phân bố thực vật cho khu vực nội thành Hà Nội từ 12 ảnh vệ tinh cho 12 thời điểm khác nhau trong giai đoạn từ 2013 đến 2016. Kết quả cho thấy, diện tích cây xanh khu vực nội thành Hà Nội dao động từ 148,8 – 160,7km<sup>2</sup>. Trong đó, tháng 12/2013 có diện tích cây xanh thấp nhất, tháng 6/2016 có diện tích cây xanh lớn nhất (Bảng 2). Diện tích cây xanh cao tập trung vào các tháng mùa hè, từ tháng 5 đến tháng 9 trong khi diện tích cây xanh thấp hơn trong các tháng mùa đông (từ tháng 10 đến tháng 1 năm sau).

Có thể thấy rằng, do số lượng ảnh vệ tinh là ít nên chưa phản ánh được sự biến động cây

xanh theo thời gian tại khu vực Thành phố Hà Nội. Để khôi phục lại diện tích cây xanh của các tháng còn thiếu, hàm tương quan đa biến được xây dựng dựa trên số liệu diện tích cây xanh đã được giải đoán từ ảnh vệ tinh và các yếu tố khí hậu như nhiệt độ trung bình tháng, độ ẩm trung bình tháng, tổng lượng mưa khu vực nghiên cứu (trạm Hà Đông) tại các thời điểm tương ứng (Bảng 3).

Phương trình tương quan nhiều biến biểu diễn mối quan hệ giữa diện tích cây xanh đã được giải đoán từ ảnh vệ tinh và nhiệt độ trung bình tháng, độ ẩm trung bình tháng, tổng lượng mưa tháng tại khu vực Hà Nội có dạng như sau:

$$GA = 135,09 + 0,5 * T + 0,085 * H + 0,002 * R \quad (3)$$

Bảng 2. Diện tích cây xanh (km<sup>2</sup>) khu vực nội thành theo kết quả giải đoán ảnh vệ tinh

Ảnh vệ tinh	Thời điểm											
	6/2013	12/2013	1/2014	1/2015	5/2015	7/2015	8/2015	5/2016	6/2016	9/2016	10/2016	12/2016
Diện tích cây xanh (km <sup>2</sup> )	151,8	148,8	149,4	152,2	157,3	155,1	156	160,7	160,3	157	156,2	151,3

Bảng 3. Số liệu được sử dụng trong xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính đa biến tính tương quan giữa diện tích cây xanh và các yếu tố khí hậu

Thời gian	Diện tích cây xanh giải đoán từ ảnh vệ tinh	Nhiệt độ trung bình tháng (°C)	Độ ẩm trung bình tháng (%)	Tổng lượng mưa tháng (mm)
6/2013	151,8	29,4	78	237
12/2013	148,8	15,5	75	28
1/2014	149,4	17,0	77	3
1/2015	152,2	17,7	81	30
5/2015	157,3	30,0	80	95
7/2015	155,1	29,7	77	132
8/2015	156,0	29,5	81	287
5/2016	160,7	28,4	80	412
6/2016	160,3	30,9	75	74
9/2016	157,0	28,7	79	119
10/2016	156,2	27,5	74	40
12/2016	151,3	20,8	72	7

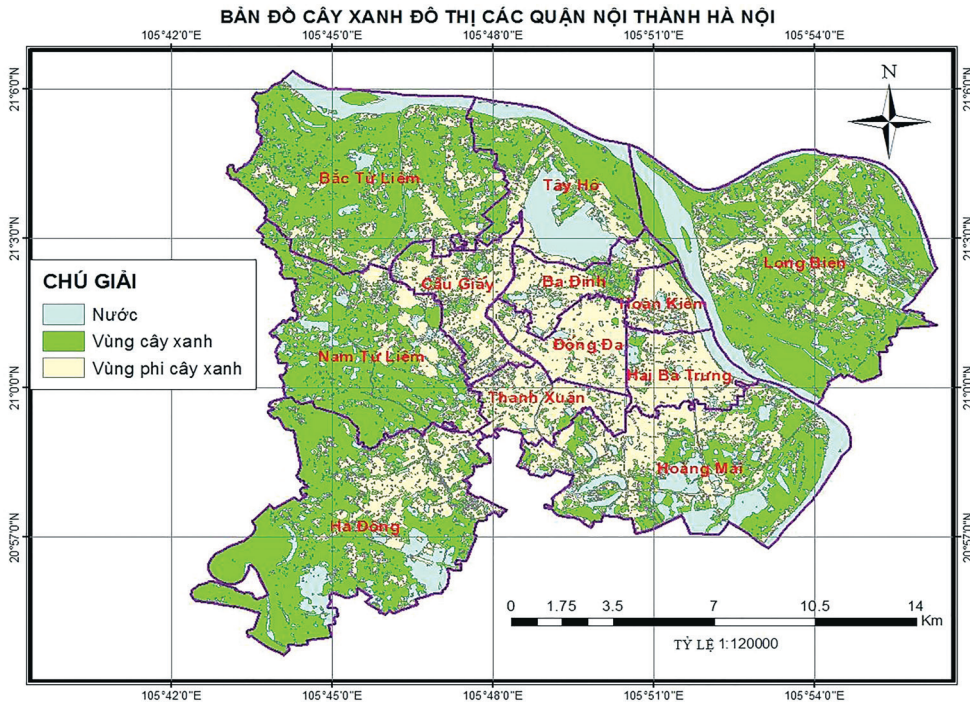
Sử dụng phương trình tương quan nhiều biến trên, tổng diện tích cây xanh toàn khu vực nội thành giai đoạn 2013 – 2016 đã được khôi phục. Kết quả nghiên cứu cho thấy, diện tích cây xanh tăng vào các tháng mùa mưa và giảm vào các tháng mùa thu và đông. Ngoài ra, diện tích cây xanh khu vực nội thành giai đoạn từ năm 2013 – 2016 khá ổn định và có xu hướng tăng nhẹ từ 153,90 đến 155,15 (Bảng 4, Hình 6).

Sử dụng số liệu dân số từ số liệu niên giám thống kê để đánh giá mật độ cây xanh trung bình từng năm trên toàn khu vực nội thành Hà Nội theo TCVN 9257:2012. Kết quả cho thấy, khu vực nội thành Hà Nội có mật độ cây xanh trên đầu người khá cao, tuy có xu hướng giảm từ năm 2013 đến 2016 nhưng so với TCVN 9257:2012 vẫn vượt hơn 3 lần. Mặc dù diện tích cây xanh giai đoạn này có xu hướng tăng nhẹ

nhưng do dân số nội thành Hà Nội tăng nhanh (tăng 5,5% từ 2013 đến 2016) nên mật độ cây xanh trên đầu người có xu hướng giảm (Bảng 5).

#### 4. Kết luận và kiến nghị

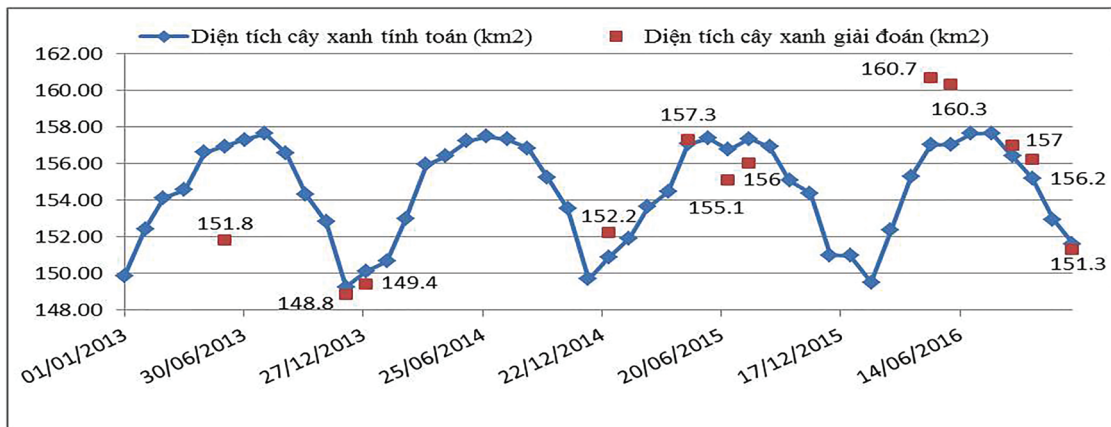
Công nghệ viễn thám và GIS kết hợp với phương pháp hồi quy đa biến trong nghiên cứu biến động cây xanh đô thị tại các quận nội thành Hà Nội cho thấy ưu điểm hơn so với các phương pháp truyền thống vì đã khôi phục quá trình diễn biến của diện tích cây xanh theo thời gian. Kết quả nghiên cứu cho thấy diện tích cây xanh khu vực nội thành Hà Nội giai đoạn từ năm 2013 – 2016 khá ổn định và có xu hướng tăng nhẹ khoảng 0,8%. Tỷ lệ phủ xanh trung bình bốn năm từ 2013 đến 2016 tương đối cao, đạt 50,8%. Mật độ cây xanh trên đầu người giảm từ 49,8 m<sup>2</sup>/người (2013) xuống 47,6m<sup>2</sup>/người (2016) nhưng so với TCVN 9257:2012 vẫn vượt



Hình 5. Bản đồ phân bố thực vật tại các quận nội thành Hà Nội, tháng 12/2016

Bảng 4. Diện tích cây xanh tại khu vực nội thành Hà Nội theo thời gian

Thời gian	2013	2014	2015	2016
Diện tích cây (km <sup>2</sup> )	153,9	154,39	154,61	155,15



Hình 6. Diện tích cây xanh khu vực nội thành Hà Nội giai đoạn 2013-2016

Bảng 5. Mật độ cây xanh khu vực nội thành Hà Nội

Thời gian	Diện tích cây xanh (km <sup>2</sup> )	Dân số (nghìn người)	Mật độ cây xanh (m <sup>2</sup> /người)	TCVN 9257:2012
2013	153,90	3089,20	49,80	12 – 15 (m <sup>2</sup> /người)
2014	154,39	3156,00	48,90	
2015	154,61	3241,50	47,70	
2016	155,15	3259,90	47,60	

hơn 3 lần. Nguyên nhân chính dẫn đến sự suy giảm là do quá trình đô thị hóa các quận ven đô và dân số nội thành Hà Nội ngày tăng khoảng

5,5% từ 2013 đến 2016. Mật độ cây xanh trên đầu người khu vực nội thành Hà Nội lớn gấp 3 lần tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 9257:2012).

#### Tài liệu tham khảo

1. Ủy ban nhân dân Thành phố Hà Nội, *Báo cáo thống kê số liệu khí tượng trạm Hà Đông*.
2. Ủy ban nhân dân Thành phố Hà Nội, *Báo cáo thống kê quy mô dân số và diện tích 30 quận, huyện Thành phố Hà Nội*.
3. Ủy ban nhân dân Thành phố Hà Nội, *Báo cáo tình hình kinh tế - xã hội Thành phố Hà Nội*.
4. Igor, E., Victoria, V.M (2016), *Trends in normalize difference vegetation index (NDVI) associated with urban development in northern West Siberia, Atmospheric Chemistry and Physics*.
5. Rumiana, V., Monika, K. (2015), *Mapping urban green spaces based on remote sensing data: Case studies in BULGARIA and SLOVAKIA, 6 th International Conference on Cartography and GIS*.
6. [http://climatechange.org/blogspot.com/2012/03/cac-chi-so-thuc-vat-trong-vien-tham\\_4603.html](http://climatechange.org/blogspot.com/2012/03/cac-chi-so-thuc-vat-trong-vien-tham_4603.html)
7. <http://earthexplorer.usgs.gov/>

## APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNOLOGY AND GIS STUDYING THE CHANGES IN TREE AREA IN INNER HANOI FOR THE PERIOD 2013 – 2016

Khuong Van Hai<sup>(1)</sup>, Tran Huong Trang<sup>(2)</sup>, Nguyen Xuan Hien<sup>(1)</sup>, Vu Van Doanh<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

<sup>(2)</sup>Ha Noi University of Natural Resources and Environment

Received: 16 February 2018; Accepted: 20 March 2018

**Abstracts:** *This paper utilizes Landsat 8 satellite images, NDVI calculations combined with multivariate regression analysis to study the variation of green areas in inner Ha Noi for the period of 2013 - 2016. The results show that the green area in the period is stable and increased slightly (approximately 0.8%). The average green coverage in the study area from 2013 to 2016 was relatively high (about 51%). Despite the increased green area cover, the per capita density of perennials in the study area declined by approximately 4.4%. Two major causes for the decline are the urbanization of the peri-urban districts and population growth in the study area.*

**Keywords:** *GIS, tree areas, Ha Noi inner city.*

# ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN TÌNH HÌNH NGẬP LỤT Ở THÀNH PHỐ NAM ĐỊNH

Nguyễn Văn Đại, Nguyễn Kim Tuyên, Đặng Quang Thịnh, Phạm Bảo Long  
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 12/2/2018; ngày chuyển phản biện 13/2/2018; ngày chấp nhận đăng 20/3/2018

**Tóm tắt:** Một trong những tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) là làm gia tăng mức độ ngập lụt gây thiệt hại nghiêm trọng về người và tài sản. Các đô thị vốn là nơi tập trung dân cư đông đúc đồng thời là trung tâm kinh tế, văn hóa, chính trị nên khả năng dễ bị tổn thương và thiệt hại về kinh tế, xã hội, môi trường, cơ sở hạ tầng,... sẽ lớn hơn. Do đó, việc đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt ở các đô thị là hết sức cần thiết, là cơ sở giúp cho các nhà quản lý đưa ra được những quyết định phù hợp trong đề xuất giải pháp thích ứng với BĐKH. Bài báo này trình bày một số kết quả đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt ở thành phố Nam Định sử dụng các mô hình MIKE URBAN, MIKE21 và MIKE FLOOD. Các kết quả ngập lụt được thực hiện ứng với mưa thiết kế 10% cho thời kỳ nền 1986-2005 và các thời kỳ 2016-2035, 2046-2065 và 2080-2099 của các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Kết quả cho thấy, mức độ ngập lụt trong các thời kỳ tương lai theo 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 đều tăng so với thời kỳ nền, trong đó, kịch bản RCP8.5 tăng mạnh hơn trong hai thời kỳ 2046-2065 và 2080-2099.

**Từ khóa:** Biến đổi khí hậu, ngập lụt, thành phố Nam Định.

## 1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu đang là thách thức lớn đối với nhân loại, làm thay đổi toàn diện, sâu sắc quá trình phát triển kinh tế - xã hội và an ninh toàn cầu, trong đó có Việt Nam. Nằm ở cửa ngõ phía Nam đồng bằng sông Hồng, thành phố Nam Định thuộc tỉnh Nam Định là một trong những khu vực chịu ảnh hưởng nghiêm trọng của các loại hình thiên tai và được dự đoán chịu tác động mạnh mẽ của biến đổi khí hậu. Từ thập niên 90 của thế kỷ XX đến nay, Nam Định đã hứng chịu khoảng 30 trận bão, 1 trận lốc, 4 trận lũ gây thiệt hại lớn về người và của, ước tính hàng nghìn tỷ đồng. Các hiện tượng thời tiết cực đoan, như nhiệt độ tăng cao, nắng nóng kéo dài, lượng mưa thay đổi bất thường, mức độ rét đậm, rét hại, áp thấp nhiệt đới, bão lũ, hán hán, sạt lở đất, dịch bệnh đã gây nhiều khó khăn cho sinh hoạt và các hoạt động sản xuất.

Tình hình ngập lụt ở thành phố Nam Định xảy ra rất nghiêm trọng và thường xuyên trong và

sau các trận mưa lớn. Mưa lớn làm nhiều tuyến phố bị chia cắt, ngập sâu kéo dài, gây ảnh hưởng lớn đến cuộc sống, sinh hoạt của người dân.

Nghiên cứu này ứng dụng phương pháp mô hình toán (sử dụng bộ phần mềm MIKE URBAN kết hợp với mô hình 2 chiều MIKE21 của Viện Thủy lực Đan Mạch, DHI) để đánh giá tác động của BĐKH đến tình hình ngập lụt ở thành phố Nam Định theo 2 kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5.

## 2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu sử dụng

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

Thành phố Nam Định nằm ở phía Bắc của tỉnh Nam Định, thuộc trung tâm khu vực phía Nam đồng bằng sông Hồng, trên tọa độ 24°24' đến 20°27' vĩ độ Bắc và từ 106°07' đến 106°12' kinh độ Đông và được trải dài hai bên bờ sông Nam Định (hay còn gọi là sông Đào) (Hình 1).

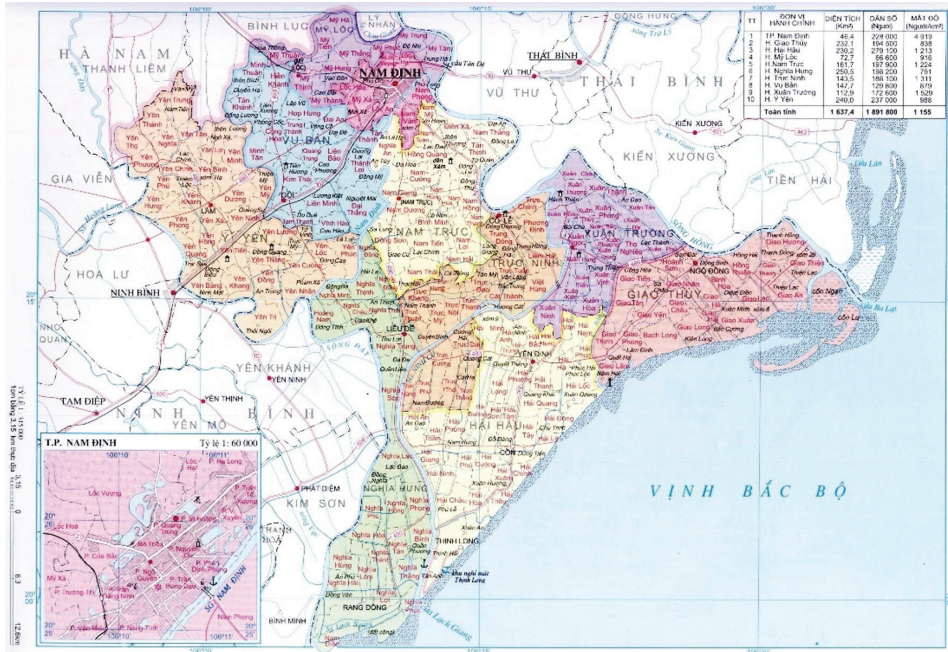
Khu vực nghiên cứu là khu vực đô thị nên có địa hình cao hơn so với các huyện xung quanh, khu vực này có chế độ thủy văn thủy lực riêng biệt do các sông lớn như sông Hồng và sông Đào đều có hệ thống đê kiên cố bao quanh và lượng nước mưa trong khu vực nghiên cứu được tiêu ra các sông lớn bằng các trạm bơm động lực.

\*Liên hệ tác giả: Nguyễn Văn Đại  
Email: nguyendai.tv@gmail.com

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để tính toán ngập lụt cho thành phố Nam Định, nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE URBAN để tính

toán tiêu thoát nước mưa. Mô hình MIKE URBAN được liên kết với mô hình MIKE21 trong mô hình MIKE FLOOD để tính toán ngập lụt.



Hình 1. Bản đồ tỉnh Nam Định

## 2.3. Số liệu sử dụng

Trên khu vực nghiên cứu chỉ có duy nhất trạm khí tượng Nam Định đo mưa theo giờ nên số liệu mưa giờ tại trạm Nam Định sẽ được sử dụng để tính toán cho toàn bộ khu vực.

Đầu tháng 10/2017, khu vực thành phố Nam Định đã xảy ra trận mưa lớn gây ngập sâu trên diện rộng với đỉnh mưa xuất hiện vào ngày 10/10/2017. Tổng lượng mưa trong 6 giờ từ 7-13 giờ ngày 10/10/2017 đo được tại trạm khí tượng Nam Định là 110mm. Do đó, chuỗi số liệu khí tượng thủy văn trong thời gian này sẽ được sử dụng để mô phỏng ngập lụt đối với hiện trạng hệ thống tiêu thoát nước nhằm hiệu chỉnh mô hình MIKE URBAN cho thành phố Nam Định.

Số liệu quan trắc lượng mưa từ 20 giờ ngày 9/10/2017 đến 20 giờ ngày 11/10/2017 tại trạm Nam Định được sử dụng để kiểm định mô hình.

Tính toán tiêu thoát nước cho khu vực đô thị theo các kịch bản BĐKH được tính

theo tần suất 10%. Theo đó, 7 thời kỳ của các kịch bản sẽ được tính toán theo mưa tần suất 10% là thời kỳ nền (1986-2005), 3 thời kỳ 2016-2035, 2046-2065, 2080-2099 của 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5.

Để xác định trận mưa tần suất 10%, lượng mưa 1 ngày lớn nhất tại trạm Nam Định trong thời kỳ nền được sử dụng để vẽ đường tần suất. Đối với thời kỳ nền, lượng mưa 1 ngày lớn nhất tần suất 10% được xác định là 216,3mm và năm đại biểu là năm 2003 với lượng mưa 1 ngày lớn nhất là 215mm. Do đó, phân phối mưa giờ của năm 2003 sẽ được sử dụng để thu phóng cho trận mưa tần suất 10% cho thời kỳ nền và 3 thời kỳ của 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5.

Các số liệu, tài liệu về các yếu tố khí hậu của khu vực thành phố Nam Định được lấy từ “Kịch bản BĐKH và nước biển dâng Việt Nam” do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016.

Các số liệu về hệ thống tiêu thoát nước, sử dụng đất, cơ sở hạ tầng giao thông được thu thập từ Ban Quản lý dự án “Tiêu thoát nước cho TP Nam Định”.

Bảng 1. Kết quả xác định tần suất 10% của lượng mưa 1 ngày lớn nhất tại trạm Nam Định đối với thời kỳ nền 1986-2005

STT	Trạm	Xtb (mm)	Cs	Cv	X tần suất 10% (mm)	Năm đại biểu	X đại biểu (mm)	Thời gian xuất hiện
1	Nam Định	148,62	0,9	0,3	216,3	2003	215	09/09/2003

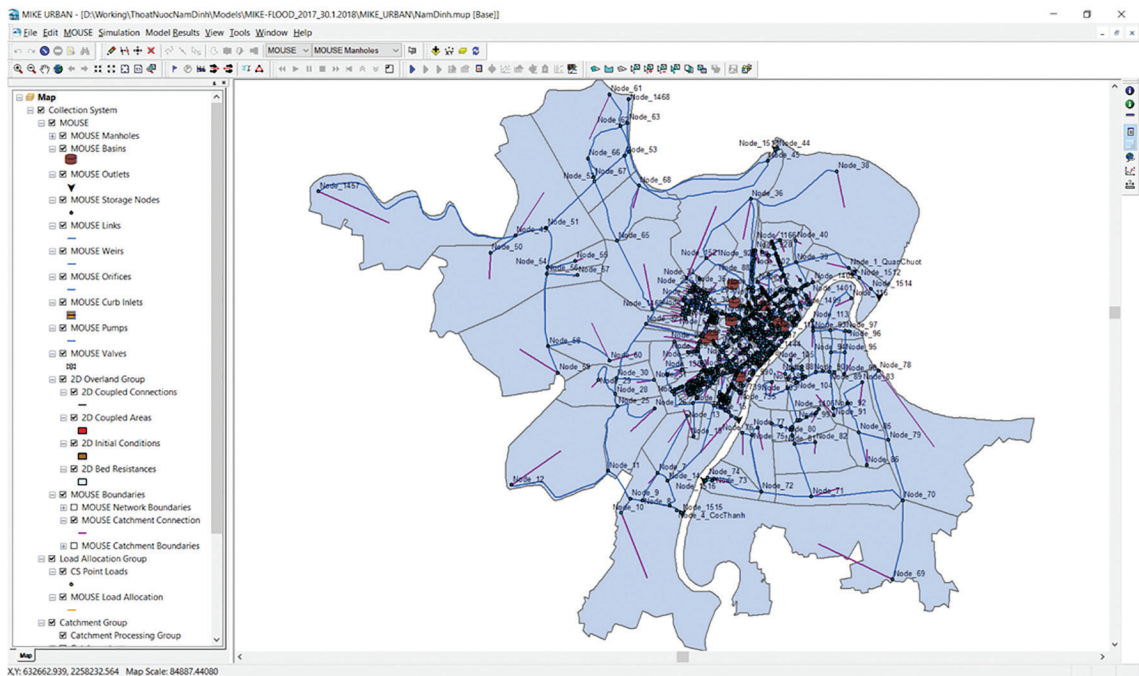
Bảng 2. Kết quả xác định tần suất 10% của lượng mưa 1 ngày lớn nhất cho trạm Nam Định đối với các thời kỳ của 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5

Kịch bản	Thời kỳ	Xtb (mm)	Cs	Cv	X tần suất 10% (mm)
RCP4.5	2016-2035	190,4	0,62	0,33	273,97
	2046-2065	200,2	1,25	0,28	275,32
	2080-2099	234,0	0,44	0,04	353,43
RCP8.5	2016-2035	163,7	1,90	0,49	268,78
	2046-2065	187,2	0,59	0,45	299,15
	2080-2099	313,5	1,36	0,52	530,97

#### 2.4. Đánh giá chất lượng mô phỏng

Trên cơ sở hiện trạng hệ thống thoát nước của thành phố Nam Định, khu vực nghiên cứu được chia thành 279 lưu vực bộ phận. Phần trăm diện tích không thấm của các lưu vực bộ phận được

tính toán từ bản đồ hiện trạng sử dụng đất của tỉnh Nam Định. Kết quả tính phần trăm diện tích không thấm cho các lưu vực bộ phận cho thấy, lưu vực bộ phận có trăm diện tích không thấm lớn nhất là 97% và nhỏ nhất là 20%.



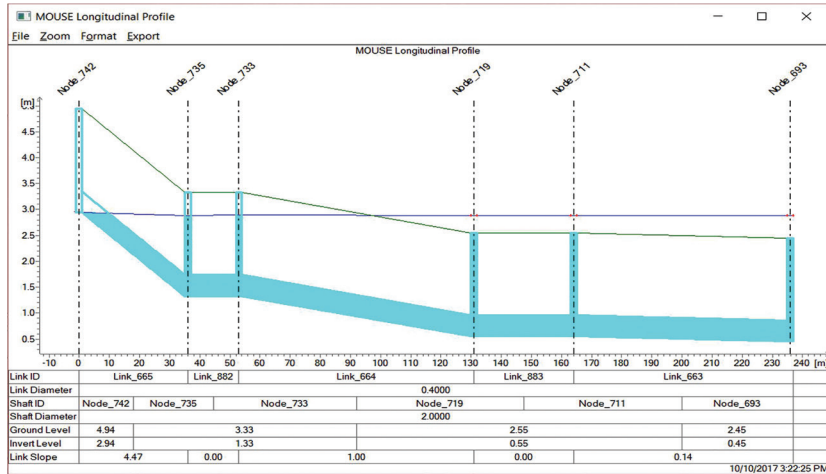
Hình 2. Mô hình MIKE URBAN thành phố Nam Định ứng với hiện trạng hệ thống tiêu thoát nước

Thông số trong mô đun mưa – dòng chảy của các lưu vực bộ phận sau khi đánh giá chất lượng mô phỏng được trình bày trong Bảng 3. Kết quả mô phỏng dòng chảy trong cống và

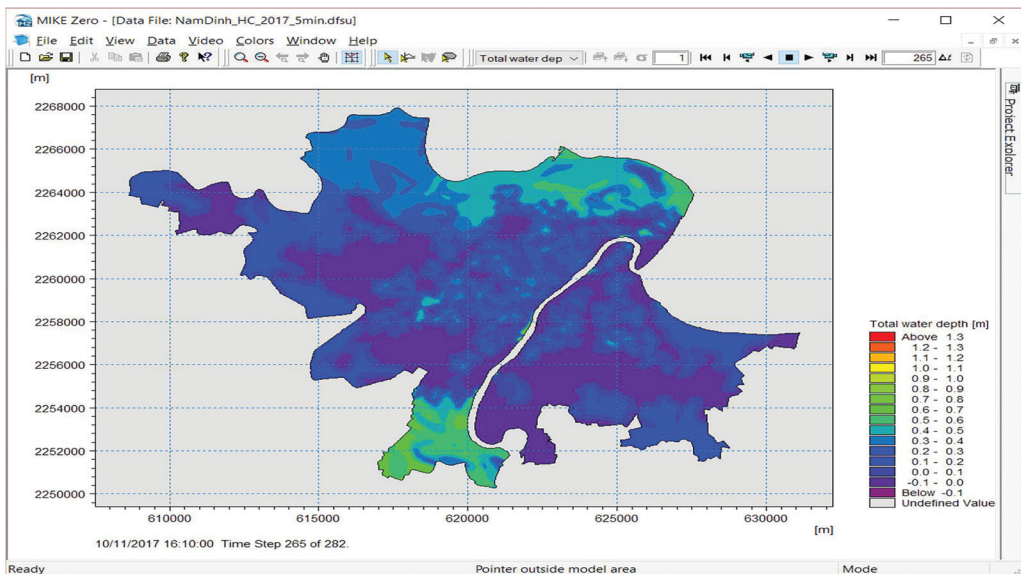
hố ga tại đoạn cống điển hình được thể hiện trên Hình 3. Bản đồ ngập lụt khu vực nghiên cứu ứng với trận mưa đầu tháng 10 năm 2017 được thể hiện trên Hình 4.

Bảng 3. Thông số của các lưu vực bộ phận

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Thời gian tập trung (của dòng chảy về đến miệng hố ga)	phút	7
Tổn thất ban đầu (lớp dòng chảy)	m	0,05
Hệ số triết giảm		1



Hình 3. Cao trình mực nước trong cống và hố ga đoạn phố Song Hà-Giải Phóng



Hình 4. Bản đồ ngập lụt khu vực nghiên cứu đầu tháng 10/2017

Trong đợt ngập đầu tháng 10/2017, thông tin về vị trí ngập và độ sâu ngập đã được thu thập làm cơ sở cho việc đánh giá chất lượng mô

phỏng. Kết quả so sánh độ sâu ngập tính toán so với độ sâu ngập thực tế tại các vị trí quan sát được thể hiện trong Bảng 4.

Theo Bảng 4, độ sâu ngập tính toán tại các vị trí quan sát đều cho kết quả xấp xỉ so với độ sâu ngập thực tế. Như vậy có thể thấy, các thông số

của mô hình mô phỏng ngập lụt là phù hợp và có thể được sử dụng để mô phỏng ngập lụt cho thành phố Nam Định với các kịch bản BĐKH.

Bảng 4. So sánh độ sâu ngập tính toán và độ sâu ngập thực tế

STT	Vị trí	Tọa độ		Độ sâu ngập thực tế (cm)	Độ sâu ngập tính toán (cm)
		Kinh độ	Vĩ độ		
1	Trần Đăng Ninh (trước cổng chợ 5 tầng)	106° 10' 23"	20° 25' 42"	20-30	23
2	Trần Phú (trước cửa bưu điện Tỉnh)	106° 10' 26"	20° 25' 29"	20-25	15
3	Hàn Thuyên (ngã tư giao Hùng Vương)	106° 10' 55"	20° 26' 8"	25-30	30
4	Hàng Thao, Máy Tơ	106° 10' 31"	20° 25' 17"	30-40	30
5	Văn Cao (chợ Năng Tĩnh)	106° 10' 5"	20° 25' 12"	30-35	30
6	Hai Bà Trưng - Hàng Cau -Phan Đình Phùng	106° 10' 41"	20° 25' 26"	30-40	28
7	Hàng Cáp (đoạn chợ Diên Hồng)	106° 10' 38"	20° 25' 53"	30-40	18
8	Hàn Thuyên (chùa Cả)	106° 11' 3"	20° 26' 14"	30-40	23

### 3. Kết quả và thảo luận

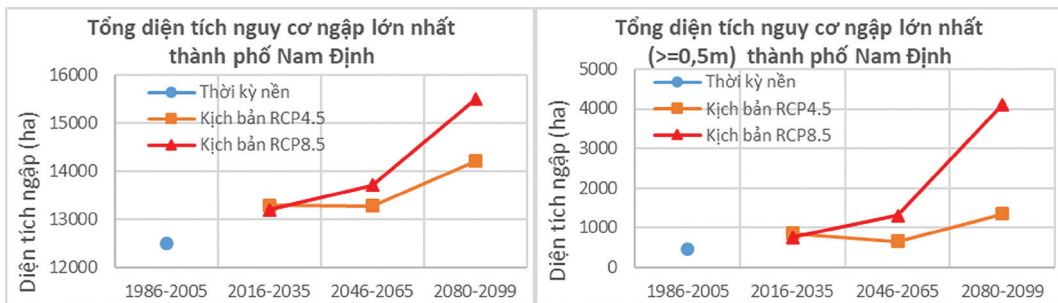
#### 3.1. Kết quả tính ngập lụt theo các kịch bản

Kết quả tính toán diện tích ngập cho thành phố Nam Định ứng với mưa thiết kế 10% cho thời kỳ nền và các thời kỳ của 2 kịch bản

RCP4.5 và RCP8.5 được trình bày trong Bảng 5 và Hình 5 cho thấy, diện tích ngập trong các thời kỳ tương lai của các kịch bản BĐKH tăng khá mạnh so với thời kỳ nền, đặc biệt là thời kỳ 2080-2099.

Bảng 5. So sánh độ sâu ngập tính toán và độ sâu ngập thực tế

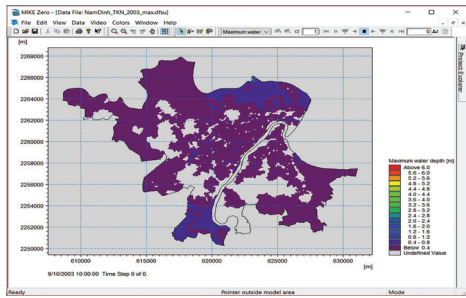
Thời kỳ	Tổng diện tích ngập (ha)			Diện tích ngập sâu >=0,5m (ha)		
	Thời kỳ nền	Kịch bản RCP4.5	Kịch bản RCP8.5	Thời kỳ nền	Kịch bản RCP4.5	Kịch bản RCP8.5
1986-2005	12.506			452		
2016-2035		13.289	13.192		859	762
2046-2065		13.270	13.706		652	1.303
2080-2099		14.206	15.492		1.344	4.108



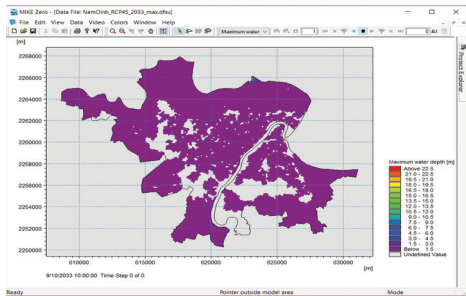
Hình 5. Diện tích nguy cơ ngập lớn nhất thành phố Nam Định ứng với mưa thiết kế 10% trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH

Bản đồ nguy cơ ngập lụt lớn nhất trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH ứng với tần suất

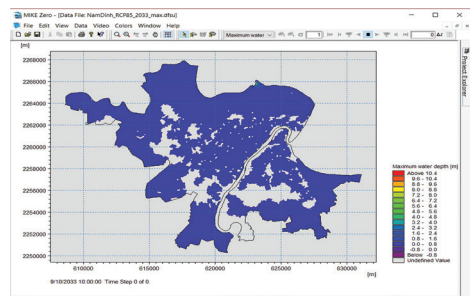
mưa 10% của thành phố Nam Định được trình bày trong Hình 6.



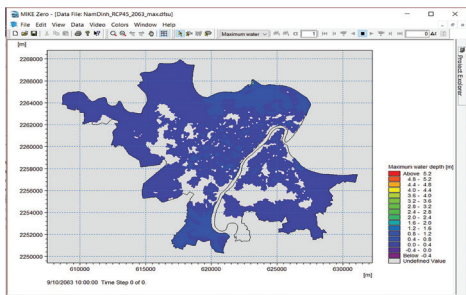
Thời kỳ nền 1986-2005



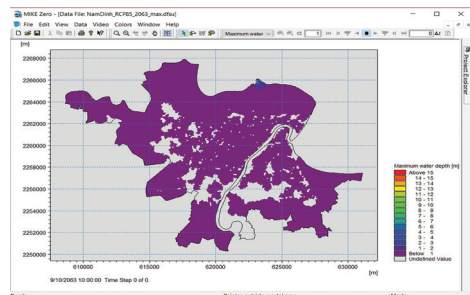
Thời kỳ 2016-2035, kịch bản RCP4.5



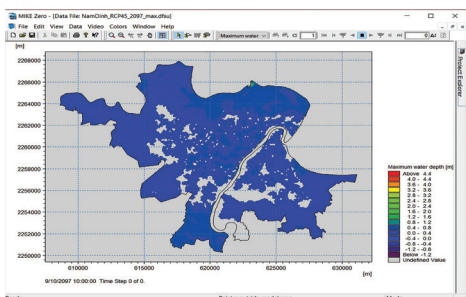
Thời kỳ 2016-2035, kịch bản RCP8.5



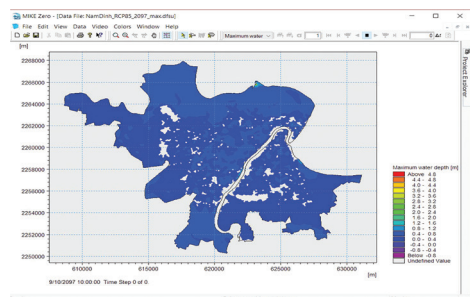
Thời kỳ 2046-2065, kịch bản RCP4.5



Thời kỳ 2046-2065, kịch bản RCP8.5



Thời kỳ 2080-2099, kịch bản RCP4.5



Thời kỳ 2080-2099, kịch bản RCP8.5

Hình 6. Bản đồ nguy cơ ngập lớn nhất thành phố Nam Định ứng với mưa thiết kế 10% trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH

Theo kết quả trong Hình 6, diện tích ngập trong các thời kỳ tương lai của các kịch bản BĐKH cũng như thời kỳ nền chiếm phần lớn diện tích khu vực nghiên cứu, đặc biệt là thời kỳ 2080-2099, tuy nhiên, ngập lụt tại các vị trí khác nhau ở khu vực nghiên cứu không phải xảy ra cùng một thời điểm vì đây là các bản đồ nguy cơ ngập lớn nhất. Do đó, nếu xét ở từng thời điểm thì diện tích ngập ở khu vực nghiên cứu sẽ nhỏ

hơn các bản đồ nguy cơ ngập lớn nhất này.

### 3.2. Tác động của BĐKH đến ngập lụt thành phố Nam Định

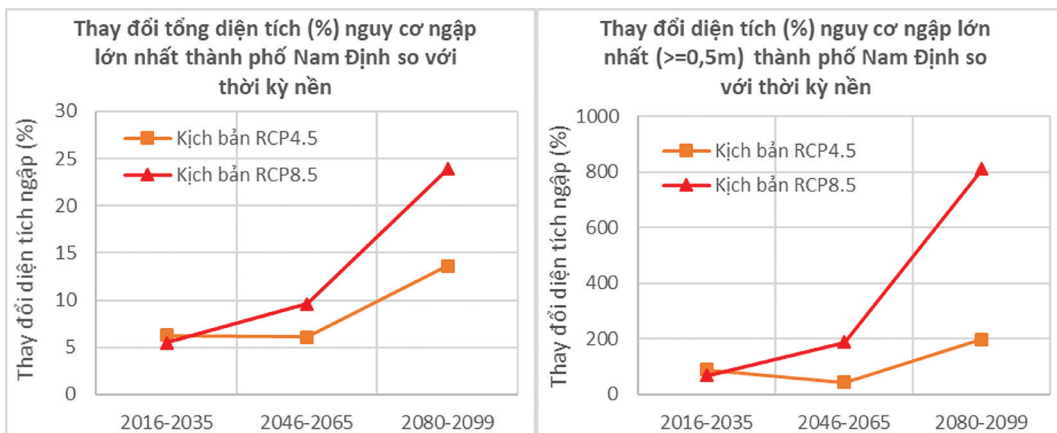
Mức độ thay đổi tổng diện tích ngập và diện tích ngập với độ sâu ngập trên 0,5m ở thành phố Nam Định trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH so với thời kỳ nền được thể hiện trong Bảng 6, Bảng 7 và Hình 7.

Bảng 6. Thay đổi diện tích (ha) nguy cơ ngập lớn nhất thành phố Nam Định ứng với mưa thiết kế 10% trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH so với thời kỳ nền

Thời kỳ	Tổng diện tích ngập		Diện tích ngập sâu >=0,5m	
	Kịch bản RCP4.5	Kịch bản RCP8.5	Kịch bản RCP4.5	Kịch bản RCP8.5
2016-2035	782	686	407	782
2046-2065	764	1.200	201	764
2080-2099	1.700	2.985	892	1.700

Bảng 7. Thay đổi diện tích (%) nguy cơ ngập lớn nhất thành phố Nam Định ứng với mưa thiết kế 10% trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH so với thời kỳ nền

Thời kỳ	Tổng diện tích ngập		Diện tích ngập sâu >=0,5m	
	Kịch bản RCP4.5	Kịch bản RCP8.5	Kịch bản RCP4.5	Kịch bản RCP8.5
2016-2035	6,3	5,5	90,0	68,5
2046-2065	6,1	9,6	44,4	188,3
2080-2099	13,6	23,9	197,4	809,1



Hình 7. Thay đổi diện tích nguy cơ ngập lớn nhất thành phố Nam Định ứng với mưa thiết kế 10% trong các thời kỳ của các kịch bản BĐKH so với thời kỳ nền

Theo kết quả tính toán trong Bảng 6, Bảng 7 và Hình 7, mức độ thay đổi diện tích ngập trong thời kỳ đầu thế kỷ 21 là 2016-2035 so với thời kỳ nền khá tương đồng giữa 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 đối với cả tổng diện tích ngập cũng như diện tích ngập sâu trên 0,5m, trong đó, mức độ

tăng diện tích ngập ở kịch bản RCP4.5 mạnh hơn so với kịch bản RCP8.5. Tuy nhiên, trong 2 thời kỳ giữa và cuối thế kỷ 21 là 2046-2065 và 2080-2099, mức độ thay đổi diện tích ngập so với thời kỳ nền có sự khác biệt lớn giữa 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5, trong đó, kịch bản RCP8.5 tăng mạnh

hơn nhiều so với kịch bản RCP4.5, đặc biệt là trong thời kỳ cuối thế kỷ. Trong thời kỳ cuối thế kỷ, tổng diện tích ngập tăng so với thời kỳ nền ở kịch bản RCP4.5 là 1.700 ha (tương ứng 13,59%) và ở kịch bản RCP8.5 là 2985 ha (tương ứng 23,87%); diện tích ngập sâu trên 0,5m tăng so với thời kỳ nền ở kịch bản RCP4.5 là 892 ha (tương ứng 197,39%) và ở kịch bản RCP8.5 là 3656 ha (tương ứng 809%);

#### 4. Kết luận

Biến đổi khí hậu có tác động mạnh đến ngập lụt ở thành phố Nam Định, diện tích ngập lụt có nguy cơ tăng mạnh, đặc biệt là trong thời kỳ cuối của thế kỷ 21. Sự gia tăng lượng mưa có nguy cơ

làm gia tăng tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền thêm 13,6% ở kịch bản RCP4.5 và 23,9% ở kịch bản RCP8.5; diện tích có độ sâu ngập trên 0,5m tăng rất mạnh so với thời kỳ nền, tăng tới 197% ở kịch bản RCP4.5 và 809% ở kịch bản RCP8.5 trong thời kỳ cuối thế kỷ.

Các kết quả đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt ở thành phố Nam Định sẽ là cơ sở quan trọng cho các nhà quản lý cũng như các nhà quy hoạch có bức tranh rõ nét về tác động của BĐKH để có thể đưa ra được những giải pháp quản lý phù hợp và lồng ghép được BĐKH vào những quy hoạch của thành phố Nam Định trong tương lai góp phần giảm nhẹ những thiệt hại do BĐKH gây ra.

#### Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*, Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội;
2. Ủy ban nhân dân tỉnh Nam Định (2011), *Kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu của tỉnh Nam Định giai đoạn 2011 - 2015 tầm nhìn 2020*.

## IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON INUNDATION IN NAM DINH CITY

Nguyen Van Dai, Nguyen Kim Tuyen, Dang Quang Thinh, Pham Bao Long  
*Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change*

*Received: 12 February 2018; Accepted: 20 March 2018*

**Abstract:** *One of the impacts of climate change is the increase in flooding level that causes serious damages to people and property, especially in urban areas. Cities, where having high density of population and concentrating important activities of economy as well as the centers of politic, culture and economic, are more prone to be vulnerable to society, economic, environment, infrastructures, to name but a few; therefore, it is necessary to assess the impacts of climate change on urban flooding. The assessment will be the base that supports managers to make decisions related to climate change adaptation and helps planners to have a clear overview about the impacts of climate change on urban areas. This article shows results of the assessment of climate change impacts on flooding in Nam Dinh city. By using MIKE URBAN, MIKE21, and MIKE FLOOD models, the study created flooding maps of 10% design rainfall for the baseline period (1986-2005) and for three future periods (2016-2035, 2046-2065 and 2080-2099) under two climate change scenarios (RCP4.5 and RCP8.5). The results show that the flooding level in both RCP4.5 and RCP8.5 scenarios will increase and be higher than that in baseline scenario, of which the level of RCP8.5 scenario will cause larger urban flooding in the last two periods.*

**Key words:** *Climate change, Inundation, Nam Dinh city.*

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HEC-RAS MÔ PHÒNG NGẬP LỤT CHO LƯU VỰC SÔNG LA TRÊN CƠ SỞ KẾT NỐI THỦY ĐỘNG LỰC 1-2 CHIỀU

Nguyễn Anh Ngọc, Hoàng Văn Đại

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 20/2/2018; ngày chuyển phản biện 21/2/2018; ngày chấp nhận đăng 20/3/2018

**Tóm tắt:** Bài báo giới thiệu một số kết quả tính toán, mô phỏng ngập lụt trên lưu vực sông La sử dụng mô hình Hec-Ras trên cơ sở kết thủy động lực 1-2 chiều. Vùng 1 chiều được kết nối với vùng 2 chiều thông qua dạng kết nối bên. Số liệu đầu vào cho mô hình là số liệu về mực nước tại trạm Chợ Tràng và lưu lượng dòng chảy tại trạm Sơn Diệm, trạm Hòa Duyệt. Bộ thông số mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu thực đo mực nước trong hai trận lũ lớn tháng 10 năm 2010 và 2011 tại trạm Linh Cảm. Kết quả đánh giá sai số bằng chỉ số Nash đều cho giá trị lớn hơn 0,9 chứng tỏ khả năng ứng dụng của mô hình trong mô phỏng ngập lụt. Kết quả tính toán bằng mô hình cũng chỉ ra rằng, khu vực ngập nặng nhất là khu vực bờ phải sông La với mức độ ngập trung bình là 2m, khu vực ngập ít nhất là khu vực bờ trái sông Ngàn Phố với mức độ ngập là 0,5m.

**Từ khóa:** Ngập lụt, kết nối thủy động lực 1-2 chiều, mô hình Hec-Ras, lưu vực sông La.

## 1. Đặt vấn đề

Lũ lụt là một trong những thiên tai gây ảnh hưởng nặng nề nhất đối với con người cũng như môi trường tự nhiên, là kết quả của quá trình tập trung nước với khối lượng lớn và tràn vào các vùng địa hình thấp gây ngập lụt trên diện rộng gây thiệt hại về cả người, tài sản và tác động tiêu cực đến môi trường sinh thái, ảnh hưởng trực tiếp tới đời sống và hoạt động kinh tế - xã hội. Vì vậy, mô phỏng và dự báo ngập lụt là công việc cần thiết, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay, góp phần làm giảm thiểu thiệt hại do thiên tai lũ lụt gây ra, làm cơ sở cho quy hoạch phát triển kinh tế các khu vực thường xuyên bị tác động.

Để mô phỏng và dự báo ngập lụt có nhiều phương pháp, trong đó phương pháp mô hình hóa luôn được đánh giá cao với những ưu thế nhất định như: tiết kiệm thời gian, chi phí, dễ dàng xây dựng, kết quả tính toán có giá trị thực tiễn cao. Thông thường, có 3 loại mô hình mô phỏng và dự báo ngập lụt: Mô hình 1 chiều, mô hình 2 chiều và mô hình kết nối 1-2 chiều. Đối

với mô hình 1 chiều, với những vùng không có sự chênh lệch nhiều về cao độ, chỉ cần số lượng mặt cắt địa hình tương đối, mô hình có thể mô phỏng tốt diện ngập và mức độ ngập. Tuy nhiên, với những vùng có sự biến động lớn về địa hình, đầu vào cần phải có nhiều mặt cắt địa hình hơn mới có thể mô phỏng tốt khu vực ngập. Tuy vậy, kèm theo đó chi phí đo đạc rất lớn, gây khó khăn đối với những cơ quan, cá nhân hạn hẹp về kinh tế. Một số mô hình 1 chiều thông dụng hiện nay như: Mô hình Mike 11, Mike 11 GIS, DELTA-P... Các mô hình này được sử dụng linh hoạt để mô phỏng ngập lụt cho các lưu vực sông như trong một số nghiên cứu [3,4,5,8,9,10]. Với mô hình 2 chiều, ngoài phần địa hình trên cao, địa hình lòng sông cũng cần được chi tiết hóa để mô phỏng chế độ thủy động lực trong sông, điều này phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng bản đồ số DEM. Hơn nữa, với cách thức tính toán của mô hình này, dữ liệu địa hình được chia thành từng pixel, giá trị cao độ được tính trung bình theo từng ô nên để mô phỏng tốt quá trình ngập lụt trong điều kiện địa hình biến đổi phức tạp thì cần phải sử dụng lưới với độ phân giải cao, đặc biệt là khu vực lòng sông, dẫn tới tốn nhiều thời gian tính toán. Một số mô hình 2 chiều được sử

\*Liên hệ tác giả: Nguyễn Anh Ngọc  
Email: henry150986@gmail.com

dụng rộng rãi như mô hình TELEMAT 2D [14], SOBEK [16], HEC-RAS 2D [15].

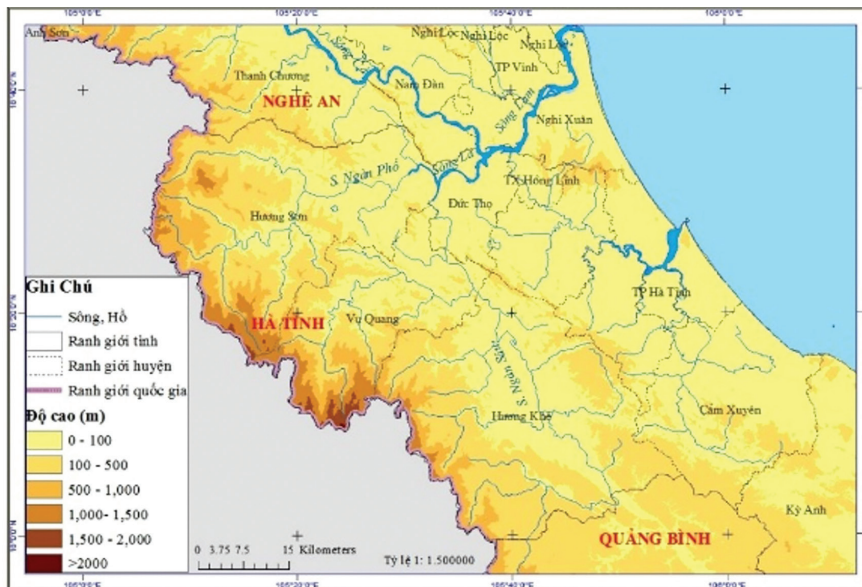
Đối với mô hình kết nối 1-2 chiều, đây là mô hình có nhiều ưu điểm, khắc phục được nhược điểm của mô hình 1 chiều, 2 chiều. Địa hình lòng sông được chi tiết hóa bằng các mặt cắt đo đạc trong vùng 1 chiều, các pixel được chia riêng rẽ cho vùng 2 chiều, giúp giảm thiểu thời gian tính toán. Hơn nữa, loại mô hình này còn thể hiện được đầy đủ các dạng kết nối khác nhau như kết nối trực tiếp vùng 1 chiều với vùng 2 chiều, kết nối bên, kết nối công trình, kết nối khô. Một số mô hình sử dụng kết nối 1-2 chiều thường được sử dụng hiện nay trong các nghiên cứu như mô hình Mike Flood [1,2,6,7], Hec-Ras 1-2D [11], Hec-Ras 1D kết hợp với mô hình IBER 2D [17]. Mô hình Hec-Ras 1-2D, ngoài những ưu điểm kể trên, đây còn là mô hình hoàn toàn miễn phí, rất hữu ích trong việc nghiên cứu mô phỏng, dự báo ngập lụt đối với các cơ quan, cá nhân hạn hẹp về kinh phí.

Bài báo này giới thiệu một số kết quả ứng dụng mô hình Hec-Ras mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông La, tỉnh Hà Tĩnh trên cơ sở kết nối

thủy động lực 1-2 chiều thông qua việc hiệu chỉnh và kiểm định với trận lũ năm 2010 và 2011.

## 2. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông La nằm trong khoảng kinh độ từ 105°20'-105°37', vĩ độ từ 18°23'-18°33'. Sông La là một phụ lưu của sông Lam, dài khoảng 12,5km chảy qua huyện Đức Thọ, tỉnh Hà Tĩnh. Sông La là hợp lưu của hai sông Ngàn Phố (từ Hương Sơn) và sông Ngàn Sâu (từ Hương Khê và Vũ Quang) tại bến Tam Soa (Linh Cẩm, Đức Thọ). Sau đó, sông La hợp lưu với Sông Cả (từ Nghệ An) đổ ra biển tại Cửa Hội. Khu vực sông La có các dạng địa hình đồi núi, gò đồi ven trà sơn, thung lũng và đồng bằng với không gian hẹp. Địa hình thấp dần từ Tây sang Đông và bị chia cắt mạnh, phía Tây Nam của huyện Đức Thọ chủ yếu là núi thoải chạy dọc ven Trà Sơn, còn vùng núi dốc là ở những vùng giáp các huyện lân cận, xen giữa địa hình đồi núi là thung lũng nhỏ hẹp. Do vậy, hàng năm khu vực luôn chịu ảnh hưởng nặng nề của các trận lũ gây ngập úng.



Hình 1. Bản đồ mạng lưới dòng chính lưu vực sông La

## 3. Phương pháp nghiên cứu và số liệu đầu vào

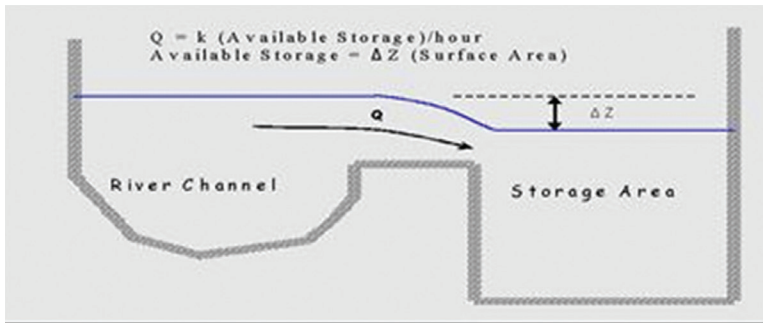
Đối với vùng 1 chiều, chế độ thủy động lực vẫn được diễn toán thông qua việc giải hệ phương trình Saint Venant. Với vùng 2 chiều, quá trình này được biểu diễn thông qua hệ phương trình Navier-Stokes bao gồm các phương trình

bảo toàn động lượng và bảo toàn khối lượng. Do phạm vi nghiên cứu chỉ áp dụng mô phỏng ngập dạng kết nối bên nên trong phần này sẽ trình bày lý thuyết cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều trong điều kiện chảy tràn.

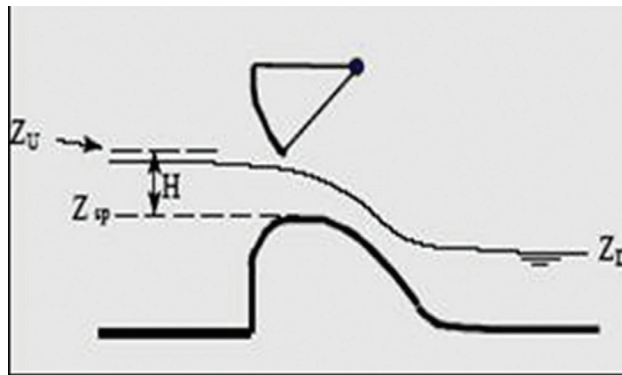
Mô hình Hec-Ras có khả năng mô phỏng qua

các cửa đập, cửa nâng thẳng đứng (cửa cống) và cửa tràn. Phương trình được dùng để mô hình hóa các cống có thể xử lý cả điều kiện ngập nước và không bị ngập nước ở cửa vào và cửa ra của cửa. Khi các cửa được mở ra độ cao lớn hơn độ cao mặt nước thượng lưu, chương trình sẽ tự động chuyển sang mô hình dòng chảy qua các cửa như là dòng chảy trôi. Khi mặt nước thượng lưu lớn hơn hoặc bằng 1,25 lần chiều cao của cửa (đối với đỉnh tràn của cửa) thì phương trình dòng chảy qua cửa được áp dụng. Khi mực nước thượng lưu trong khoảng 1,0 đến 1,25 lần so với

cửa mở, dòng chảy sẽ di chuyển từ đầu cửa vào và cuối cửa vào. Chương trình tính toán đầu thượng lưu với cả hai phương trình và sau đó tính toán một trọng số trung bình tuyến tính của hai giá trị. Bên cạnh đó, mô hình cũng cho phép mô phỏng vùng 2 chiều dưới dạng hệ thống các ô ruộng. Các ô này liên kết với sông-kênh thông qua các hệ thống công trình như: Cống điều tiết, đập tràn đáy, đập tràn tự do, đập tràn có cửa điều khiển. Nước có thể chảy ra hoặc vào tùy theo tương quan mực nước giữa sông và ô ruộng (Hình 2) [12].



Hình 2. Mô phỏng quá trình trao đổi nước giữa sông, kênh và ruộng



Hình 3. Dòng chảy qua đập tràn không ngập

(Nguồn: U.S. Army Corps of Engineers Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center, 2016)

Công thức tính toán như sau:

$$Q = CLH^{2/3} \quad (2.1)$$

Trong đó:

C: Hệ số lưu lượng qua đập;

(C nhận giá trị từ 2,6 đến 4,0 phụ thuộc vào hình dạng đỉnh đập).

L: Chiều dài của đập;

H: Cột nước ở thượng lưu đập.

Để mô phỏng ngập lụt, với bài toán thủy lực 1 chiều, mô hình sử dụng dữ liệu đầu vào là các giá trị lưu lượng phía thượng lưu, các giá trị mực nước tại phía hạ lưu, dữ liệu địa hình là các mặt

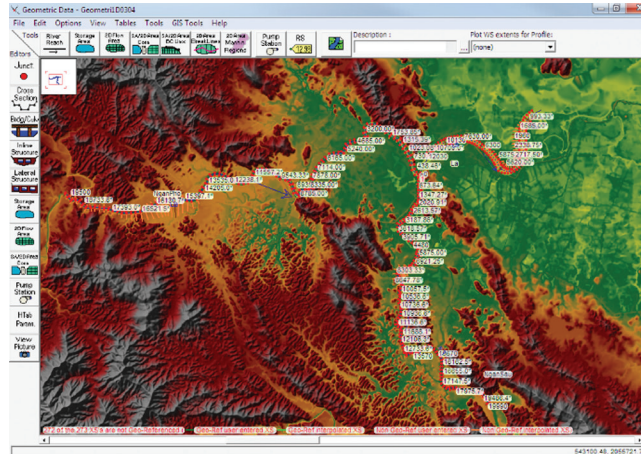
cắt ngang đại diện cho từng đoạn sông. Với bài toán kết nối thủy động lực 1-2 chiều, ngoài các dữ liệu như trong bài toán 1 chiều, yêu cầu bản đồ số DEM cho lưu vực tính toán để diễn toán vùng ngập. Hơn nữa, do diện ngập và mức độ ngập thực tế là tổng hòa của lượng nước tràn vào từ sông và lượng mưa rơi xuống nên yêu cầu phải có dữ liệu mưa.

#### 4. Thiết lập mô hình

Lựa chọn và thiết lập mạng sông cho lưu vực tính toán là một trong các bước quan trọng để mô phỏng ngập lụt. Trong nghiên cứu này, do

đặc điểm địa hình phức tạp, nhiều đồi núi, thung lũng dốc và hẹp, xung quanh có nhiều hồ thủy điện nên lưu vực sông La thường xuyên chịu ảnh hưởng của lũ lụt. Do vậy, lưu vực sông La được chọn thí điểm để mô phỏng ngập lụt. Hệ thống thủy lực của sông La trong nghiên cứu này được

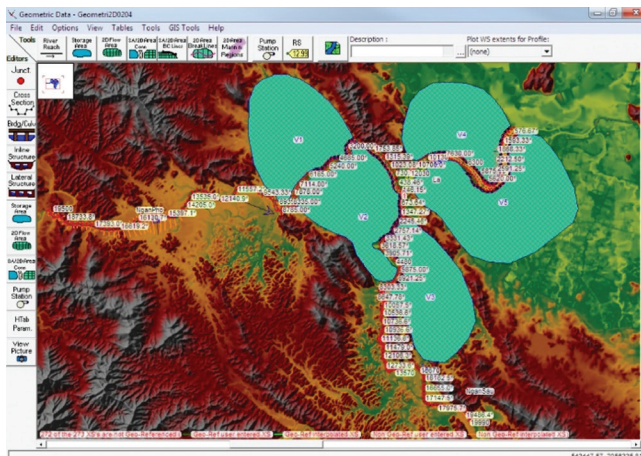
giới hạn biên trên sông Ngàn Phố, tính từ trạm thủy văn Sơn Diệm đến ngã ba Linh Cảm với 12 mặt cắt, biên trên sông Ngàn Sâu, tính từ trạm thủy văn Hòa Duyệt đến ngã ba Linh Cảm với 11 mặt cắt, biên dưới trên sông La, tính từ trạm Linh Cảm đến trạm Chợ Tràng với 12 mặt cắt (Hình 4).



Hình 4. Mạng thủy lực 1 chiều khu vực tính toán

Kế tiếp bước thiết lập hệ thống mạng thủy lực 1 chiều là xây dựng hệ thống lưới tính 2 chiều cho vùng ngập. Để đảm bảo mô phỏng được diễn biến cũng như phạm vi ngập lụt, căn cứ vào các khu vực ngập dựa trên ảnh vệ tinh, căn cứ vào địa hình (những nơi địa hình thấp có nhiều khả năng bị ngập úng) từ bản đồ số độ cao DEM đã đưa ra cơ sở để khoanh các vùng 2 chiều. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, đã tạo ra 5 vùng 2 chiều để thực hiện kết nối với các sông thông qua dạng kết bên. Cụ thể, vùng 1 là khu vực bờ trái sông Ngàn Phố, vùng 2 là khu vực bờ phải sông Ngàn Phố, vùng 3 là khu vực

bờ phải sông Ngàn Sâu, vùng 4 là khu vực bờ trái sông La, vùng 5 là khu vực bờ phải sông La. Sau khi các vùng 2 chiều được khoanh vùng, đã tiến hành chia lưới cho 5 vùng. Việc chia lưới được tính toán dựa trên mức độ biến đổi địa hình của từng vùng 2 chiều, những khu vực ít có sự thay đổi về địa hình sẽ được chia lưới với độ phân giải thấp hơn, những vùng có biến động mạnh về địa hình sẽ được chia lưới với độ phân giải cao hơn. Trong nghiên cứu này, 5 vùng 2 chiều được chia lưới với độ phân giải 30x30m (Hình 5), những thông tin chi tiết về lưới tính cho từng vùng cụ thể được trình bày trong Bảng 1.



Hình 5. Lưới tính vùng 2 chiều

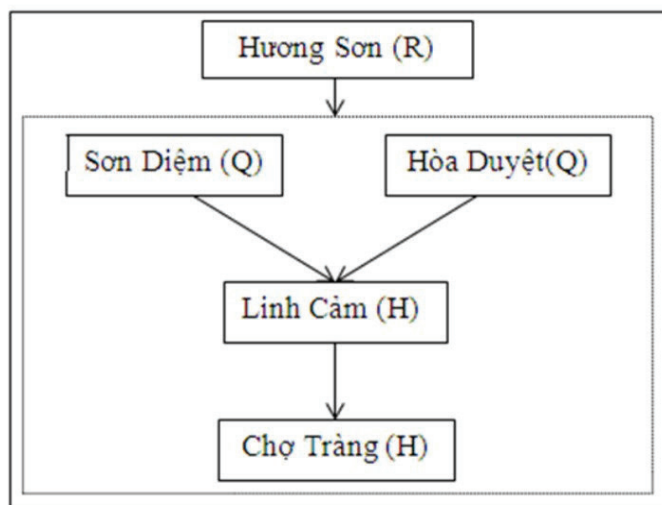
Bảng 1. Hệ thống lưới tính từ vùng V1 đến vùng V5

TT	Tên vùng	Số ô lưới	Diện tích (m <sup>2</sup> )		
			Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất
1	V1	37.158	503,09	903,22	1.706,75
2	V2	32.359	511,92	902,6	1.617,57
3	V3	34.477	519,99	902,75	1.590,15
4	V4	31.027	475,61	900,76	1.621,61
5	V5	53.788	530,42	902,67	1.638,62

Sau khi mạng thủy lực sông và lưới tính chi tiết được thiết lập, để diễn toán được quá trình tràn qua bờ khi có lũ, đã tiến hành thiết lập các đoạn kết nối giữa vùng 1 chiều với vùng 2 chiều. Cơ sở thiết lập các kết nối này dựa vào quan hệ giữa diện tích lưu vực và cao độ (quan hệ F-Z). Quá trình kết nối giữa vùng 2 chiều với sông được kết nối tại các bờ sông thông qua kiểu kết nối bên, cụ thể: Vùng V1 kết nối với bờ trái của sông Ngàn Phố từ mặt cắt 2.680 đến mặt cắt 5.980, vùng V2 kết nối với bờ phải sông Ngàn Phố từ mặt cắt 146 đến mặt cắt 2.680 và kết nối với bờ trái sông Ngàn Sâu từ mặt cắt 244 đến mặt cắt 3.475, vùng V3 kết nối trực tiếp với bờ phải sông Ngàn Sâu từ

mặt cắt 1.796 đến mặt cắt 7.614, vùng V4 kết nối trực tiếp với bờ trái sông La từ mặt cắt 576 đến 10.280, vùng V5 kết nối với bờ phải sông La từ mặt cắt 160 đến mặt cắt 6.130.

Nghiên cứu được thiết lập tính toán cho 2 trận lũ từ ngày 10/10/2010 đến ngày 31/10/2010 và từ ngày 05/10/2011 đến ngày 30/10/2011. Sơ đồ thủy lực được trình bày trong Hình 6. Đối với hệ thống thủy lực này, số liệu lưu lượng thực đo tại các trạm thủy văn Sơn Diệm, Hòa Duyệt sẽ được sử dụng làm biên trên, số liệu mực nước thực đo tại trạm thủy văn Chợ Tràng sẽ được sử dụng làm biên dưới. Với vùng 2 chiều, sử dụng số liệu mưa giờ thực đo tại trạm Hương Sơn.



Hình 6. Sơ đồ thủy lực tính toán mô phỏng ngập cho sông La

## 5. Kết quả tính toán

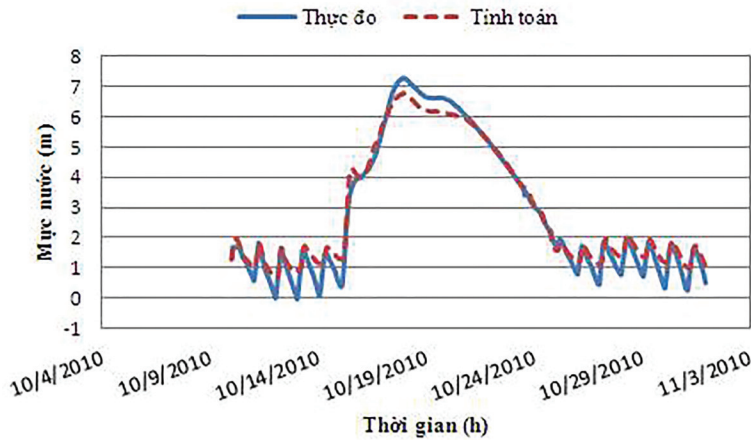
### 5.1. Hiệu chỉnh và kiểm nghiệm

Sau các bước thiết lập tính toán, nhằm đánh giá khả năng mô phỏng ngập lụt của mô hình Hec-Ras trên cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều, đã sử dụng chuỗi số liệu mực nước thực đo tại

trạm Linh Cảm trong thời gian từ 10/10/2010 đến 31/10/2010 để so sánh với kết quả tính toán. Việc hiệu chỉnh được thực hiện thông qua thay đổi hệ số nhám tại các mặt cắt. Kết quả tính toán (Hình 7) cho thấy, có sự đồng nhất về pha và biên độ, giá trị mực nước cực đại tính toán là 6,78m, trong khi giá trị thực đo cực đại là 7,28m, chênh

lệch 0,5m. Chuỗi số liệu thực đo và tính toán được đánh giá sai số thông qua chỉ số Nash, kết quả tính toán thu được chỉ số Nash = 0,94 phần

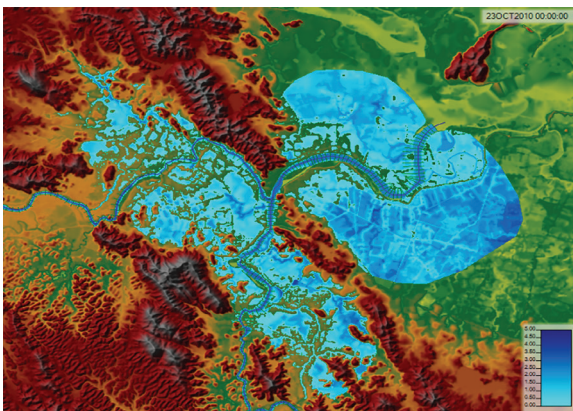
ánh mức độ tương quan của 2 chuỗi số liệu này. Với kết quả đánh giá này, có thể sử dụng bộ hệ số nhóm (Bảng 2) để kiểm định mô hình.



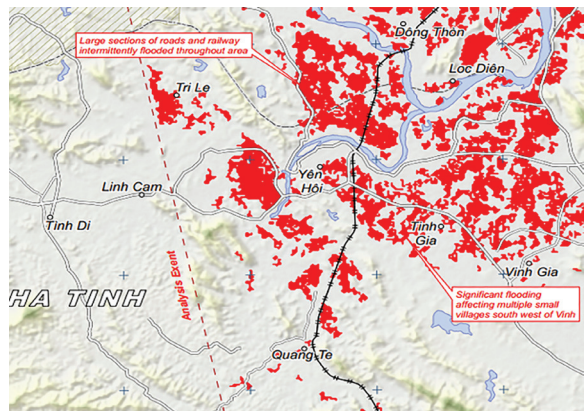
Hình 7. So sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm Linh Cẩm từ ngày 10/10/2010 đến ngày 31/10/2010

Để đánh giá toàn diện mức độ mô phỏng ngập trên cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều của mô hình Hec-Ras, bên cạnh hiệu chỉnh thủy lực đối với vùng 1 chiều, việc kiểm nghiệm phạm vi và mức độ ngập cho khu vực 2 chiều là rất cần thiết. Về phạm vi ngập, so sánh kết quả tính toán ngập lụt trên lưu vực với dữ liệu ảnh vệ tinh của UNOSAT vào ngày 22/10/2010 (Hình 8) có độ phân giải 100m cho thấy, mô hình đã mô phỏng được diện ngập tại một số khu vực ngập sâu như các xã: Sơn Tiến, Sơn Trà, Sơn Mỹ thuộc huyện Hương Sơn và gần như toàn bộ khu vực huyện Đức Thọ. Tuy vậy, tại một số vị trí như tại xã Sơn Bình huyện Hương Sơn, có tới

517ha diện tích bị ngập theo kết quả mô hình (Hình 8a), trong khi đó dữ liệu từ ảnh vệ tinh gần như không bị ngập (Hình 8b). Tại hầu hết các xã thuộc huyện Đức Thọ, theo ảnh vệ tinh, các khu vực ngập và không ngập xuất hiện đan xen, trong khi đó, theo kết quả tính toán từ mô hình gần như toàn bộ khu vực huyện đều bị ngập. Do dữ liệu ảnh vệ tinh có độ phân giải thấp (100m) nên chưa thể hiện được hầu hết các vùng ngập, mới chỉ thể hiện được những khu vực ngập sâu, đây có thể là một trong số những nguyên nhân gây ra sự chênh lệch với kết quả tính toán từ mô hình. Kết quả so sánh diện tích ngập tại một số khu vực được trình bày trong Bảng 2.



a. Kết quả diện ngập từ mô hình Hec-Ras



b. Diện ngập từ ảnh vệ tinh UNOSAT [2]

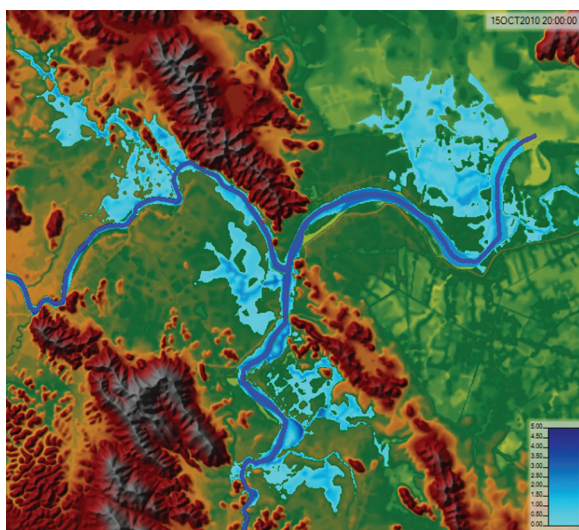
Hình 8. So sánh diện ngập giữa kết quả tính toán và ảnh vệ tinh ngày 22/10/2010

Bảng 2. Diện tích ngập tính toán và vệ tinh sau ngày 22/10/2010

TT	Khu vực	Diện ngập (ha)		
		Tính toán	Vệ tinh	Sai số
1	Bờ trái sông Ngàn Phố	723,6	464,9	258,7
2	Bờ phải sông Ngàn Phố	1.696,3	1.019	667,3
3	Bờ phải sông Ngàn Sâu	1.332,5	1.049	283,5
4	Bờ trái sông La	1.329,2	1.206	123,2
5	Bờ phải sông La	2.531,8	2.325	206,8

Về mức độ ngập, như đã biết, trận lũ từ ngày 10/10/2010 đến ngày 22/10/2010 là trận lũ lịch sử với lưu lượng đỉnh lũ đạt trên 3.500m<sup>3</sup>/s tại trạm thủy văn Hòa Duyệt gây thiệt hại nặng nề tới đời sống của người dân. Kết quả tính toán cho thấy, vào ngày 15/10 tại một số xã: Sơn Tân, Sơn Hà, Sơn Thịnh thuộc huyện Hương Sơn mức

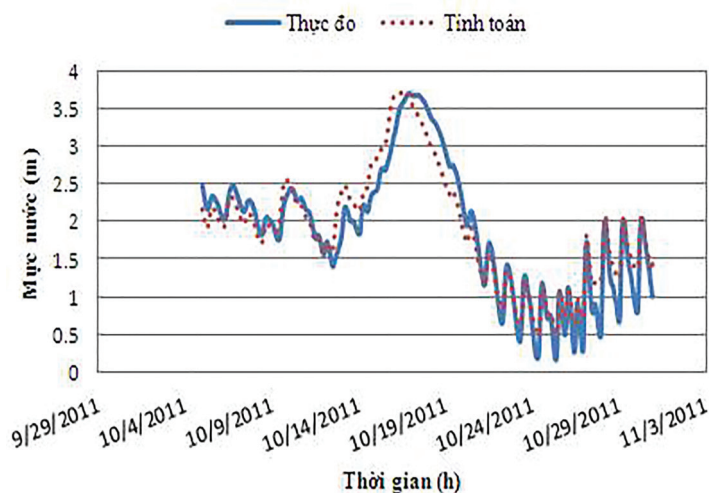
độ ngập sâu dao động từ 0,8 - 2m (Hình 9), kết quả này phù hợp với dữ liệu thực tế thu thập được (mức độ ngập thực tế khoảng 1,2 - 2m). Qua các lần hiệu chỉnh, bộ thông số hệ số nhám của các sông được giữ nguyên sẽ được kiểm định trong các trận lũ từ ngày 05/10/2011 đến ngày 30/10/2011.



Hình 9. Mức độ ngập ngày 15/10/2010

Để làm tăng thêm tính phù hợp của mô hình trong mô phỏng ngập lụt, sau khi hiệu chỉnh, mô hình được kiểm định lại tại trạm Linh Cảm cho trận lũ vào năm 2011 với chuỗi thời gian từ ngày 05/10/2011 đến ngày 30/10/2011. So sánh kết quả tính toán mực nước từ mô hình và chuỗi số liệu thực đo tại trạm Linh Cảm (Hình 10) cho thấy, giá trị thực đo và tính toán có sự tương đồng cao về pha và độ lớn, mực nước lớn nhất trong thời điểm xuất hiện đỉnh lũ tính toán được

là 3,74m, với số liệu thực đo giá trị cực đại này là 3,7m, mức độ chênh lệch không đáng kể. Đánh giá sai số giữa chuỗi số liệu thực đo và tính toán thông qua chỉ số Nash thu được giá trị 0,91, kết quả đánh giá này cho thấy bộ thông số sử dụng trong mô hình thủy lực đã phản ánh được chế độ thủy lực của mạng sông trong hệ thống sông La. Với kết quả này, bộ thông số mô hình có đủ độ tin cậy để tiến hành các tính toán thủy lực tiếp theo.



Hình 10. So sánh mực nước trạm thực đo và tính toán tại trạm Linh Cẩm (10/2011)

### 5.2. Kết quả mô phỏng

Sau 1 ngày lũ, nước bắt đầu tràn qua những khu vực bờ có địa hình thấp, sau đó lan rộng ra các khu vực xung quanh với khu vực ngập nhiều nhất theo tính toán là khu vực bờ trái sông La với diện tích ngập trên 1.000ha, mức độ ngập trung bình 0,5m, tại một số vùng có địa hình là những rãnh sâu mức ngập lên tới 1,6m. Tiếp đến, lần lượt là các khu vực bờ phải sông Ngàn Sâu, bờ trái sông Ngàn Phố, bờ phải sông Ngàn Phố và bờ phải sông La.

Sau 3 ngày lũ, thời điểm này vẫn đang trong giai đoạn lũ phát triển, diện tích ngập mở rộng, lớn nhất là khu vực bờ trái sông La có khoảng

2.210ha bị ngập với mức độ ngập trung bình sâu 3m. Khu vực bờ trái sông Ngàn Phố có diện tích ngập lớn với 1.524ha, mức độ ngập trung bình 1m.

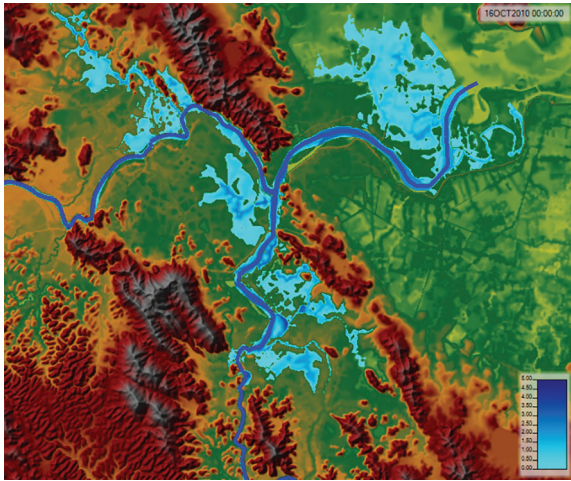
Sau 5 ngày lũ, lưu lượng lũ tiếp tục gia tăng do các hồ thủy điện xả lũ kết hợp với mưa lớn gây ngập lụt cục bộ, phạm vi ngập tăng mạnh, rộng nhất là khu vực bờ phải sông La với diện tích ngập 4.000ha, khu vực bờ trái sông La diện tích ngập tăng lên 2.356,6ha. Sau thời kỳ đỉnh lũ, lưu lượng giảm, diện tích ngập giảm. Dưới đây là diện tích ngập chi tiết của từng khu vực (Bảng 3) và mức độ ngập của lưu vực sông La (Hình 11, Hình 12, Hình 13, Hình 14).

Bảng 3. Diện tích ngập sau ngày 15/10/2010

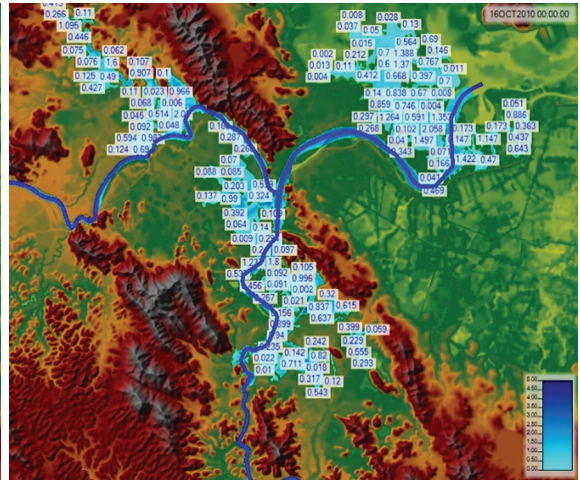
TT	Khu vực	Diện tích ngập tính toán (ha)				
		Sau 1 ngày	Sau 3 ngày	Sau 5 ngày	Sau 7 ngày	Sau 9 ngày
1	Bờ trái sông Ngàn Phố	409,7	1.524,9	1.501,3	632,5	508,3
2	Bờ phải sông Ngàn Phố	289,3	1.752	1.635,2	1.613,1	1.264,2
3	Bờ phải sông Ngàn Sâu	453	1.782	1.696,9	1.840,8	954,4
4	Bờ trái sông La	1.017	2.210,8	2.356,6	2.022,1	1.530,1
5	Bờ phải sông La	91,1	1.438,3	3.926,6	4.053,3	4.546,8

Trên cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều, hệ thống mạng sông 1 chiều được kết nối với các vùng 2 chiều thông qua kết nối dạng đập tràn tự do, khi lưu lượng lũ đủ lớn, dòng nước tràn qua bờ gây ngập cho vùng 2 chiều. Qua phân tích, đánh giá kết quả các trận lũ với ảnh vệ tinh, số liệu thực đo thấy rằng, mô hình đã mô phỏng được phạm vi, mức độ ngập cho lưu vực sông La

tương đối phù hợp. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm nghiệm thủy lực đều cho chỉ số Nash lớn hơn 0,9, kết hợp so sánh diện tích, mức độ ngập với số liệu thực tế đã chứng tỏ khả năng ứng dụng của mô hình mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông La. Kết quả tính toán cho thấy, sau 2 trận lũ, với cường độ khác nhau, khu vực ngập nhiều nhất là khu vực bờ phải sông La với mức độ ngập trung

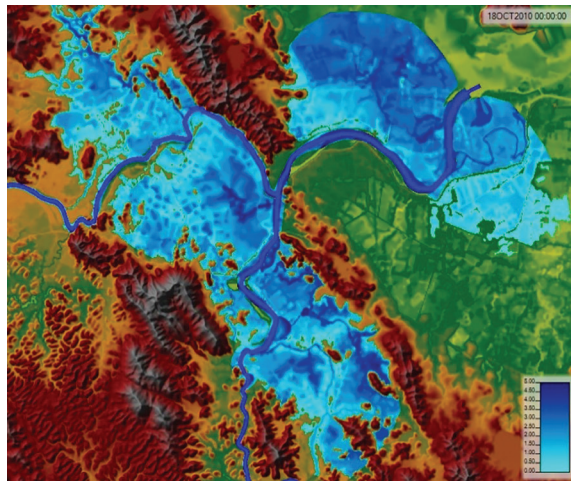


Diện ngập

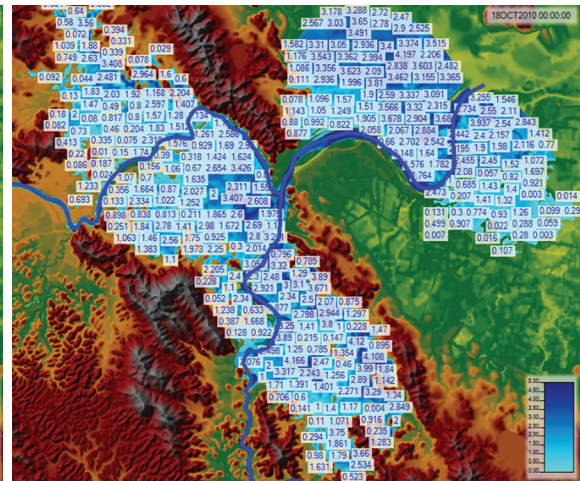


Mức độ ngập

Hình 11. Diện ngập và mức độ ngập sau ngày 15/10/2010

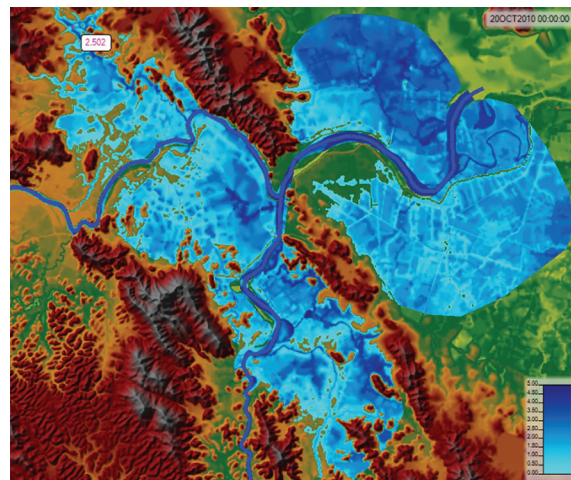


Diện ngập

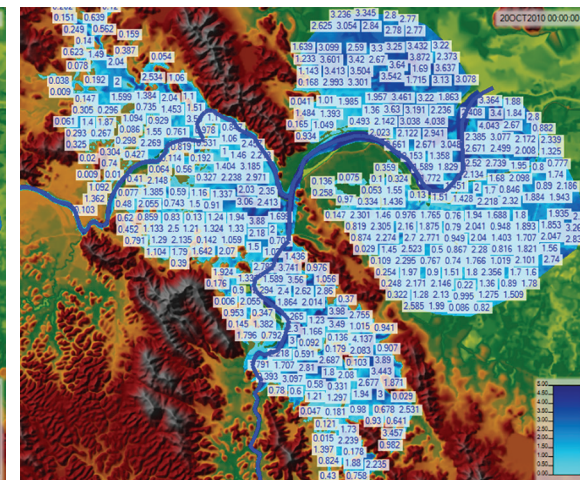


Mức độ ngập

Hình 12. Diện ngập và mức độ ngập sau ngày 17/10/2010

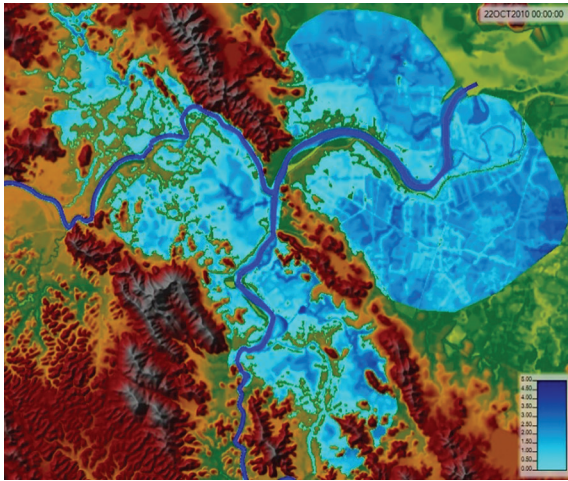


Diện ngập

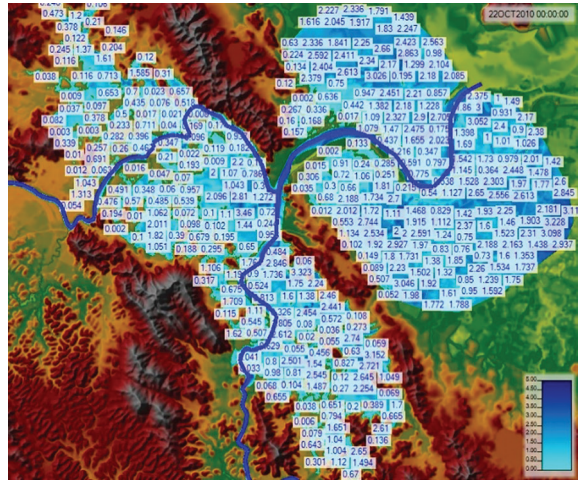


Mức độ ngập

Hình 13. Diện ngập và mức độ ngập sau ngày 19/10/2010



Diện ngập



Mức độ ngập

Hình 14. Diện ngập và mức độ ngập sau ngày 21/10/2010

bình là 2m, khu vực ngập ít nhất là khu vực bờ trái sông Ngàn Phố với mức độ ngập là 0,5m.

## 6. Kết luận

Qua việc phân tích và đánh giá cơ sở khoa học mô hình Hec-Ras thấy rằng, đối với mô hình 1 chiều, để mô phỏng tốt ngập lụt cần phải có số liệu mặt cắt dày đặc, do vậy, chi phí đầu tư sẽ rất lớn. Đối với mô hình 2 chiều, đầu vào cần dữ liệu địa hình chi tiết, ít sai số, đặc biệt là địa hình lòng sông. Nhưng chất lượng bản đồ DEM hiện nay ở nước ta mới chỉ thể hiện được địa hình phía trên chứ chưa thể hiện được địa hình lòng sông nên việc sử dụng mô hình 2 chiều trong điều kiện này không phù hợp. Ngoài ra, đối với vùng cần mô tả chi tiết hệ thống công trình như cầu, cống, đập..., mô hình 2 chiều chưa thể mô phỏng được. Mô hình Hec-Ras trên cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều đã khắc phục được những nhược điểm trên, do vậy sẽ được lựa chọn để mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông La.

Đã áp dụng thành công mô hình Hec-Ras mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông La trên cơ sở kết nối thủy động lực 1-2 chiều. Kết quả tính toán thủy lực được hiệu chỉnh với số liệu mực nước thực đo tại trạm Linh Cảm từ ngày 10/10/2010 đến ngày 30/10/2010 và kiểm định với số liệu mực nước thực đo tại trạm Linh Cảm từ ngày 05/10/2011 đến ngày 30/10/2011 đều

cho chỉ số Nash trên 0,9. Bên cạnh đó, do khó khăn về điều kiện số liệu cũng như giới hạn về mặt kinh phí và thời gian, nghiên cứu vẫn tồn tại một số hạn chế, cụ thể:

- Nghiên cứu mới chỉ hiệu chỉnh và kiểm định trong một trận lũ nên không tránh khỏi những sai số trong mô phỏng ngập lụt.

- Việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình theo diện ngập và mức độ ngập rất khó khăn do yêu cầu cao về quy mô cũng như đòi hỏi mức độ chi tiết của số liệu. Diện ngập và mức độ ngập phải chi tiết và thể hiện được sự phân bố theo không gian và thời gian.

- Do thiếu số liệu mưa nên trong, nhóm thực hiện đã sử dụng số liệu mưa tại trạm Hương Sơn đại diện cho cả lưu vực. Điều này dẫn tới sai số trong kết quả mô phỏng ngập lụt của mô hình.

- Trong quá trình thiết lập mô hình, nghiên cứu đã sử dụng một số giả định để thiết lập các hệ số nhám cho các mặt cắt, điều kiện biên cũng như điều kiện ban đầu. Kết hợp với các yếu tố gây sai số khác trong quá trình thiết lập và hiệu chỉnh thông số mô hình, điều này gây ra sai số trong kết quả mô phỏng. Đây là các sai số thường xảy ra khi áp dụng mô hình hóa.

Nhìn chung, nghiên cứu đã áp dụng thành công mô hình Hec-Ras để mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông La trên cơ sở kết nối thủy động lực.

### Tài liệu tham khảo

1. Trần Ngọc Anh và các cộng sự (2012), "Đánh giá nguy cơ ngập lụt các khu vực trũng tỉnh Hưng Yên", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 28(3S), 1-8.
2. Thái Bình Hoàng, Ngọc Anh Trần và Đình Khả Đặng (2010), "Ứng dụng mô hình MIKE FLOOD tính toán ngập lụt hệ thống sông Nhật Lệ tỉnh Quảng Bình", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 26,(3S), 285-294.
3. Hoàng Văn Đại (2011), *Nghiên cứu, hoàn thiện công nghệ dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Hà Nội.
4. Đặng Thanh Lâm (2015), *Xây dựng mô hình thích hợp cho tính toán hệ thống công trình tổng hợp tiêu thoát nước đô thị vùng ảnh hưởng triều, Luận án Tiến sĩ*, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, TP. Hồ Chí Minh.
5. Vũ Thị Thu Lan và Hoàng Thanh Sơn (2013), "Nghiên cứu biến động của thiên tai (lũ lụt và hạn hán) ở tỉnh Quảng Nam trong bối cảnh biến đổi khí hậu", *Viet Nam Journal of Earth Sciences*, 35(1), 66-74.
6. Phạm Văn Song, Đặng Đức Thanh, Lê Xuân Bảo (2013), "Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của việc xả lũ hồ chứa Dầu Tiếng lên hạ lưu sông Sài Gòn", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 19, 59-70.
7. Đặng Đức Thanh, Lê Trung Thành, Nguyễn Thái Quyết (2015), "Xác định mức độ ngập lụt hạ du do xả lũ hồ chứa nước lòng Sông tỉnh Bình Thuận", *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, 42, 46-51.
8. Nguyễn Viết Thi (1994), *Dự báo tổng lượng dòng chảy và đỉnh lũ thời kỳ 21/VIII – 31/X đến hồ Hòa Bình*.
9. Trần Thục (2004), *Xây dựng công nghệ tính toán dự báo lũ lớn hệ thống sông Hồng – Thái Bình*.
10. Đặng Ngọc Tĩnh (2008), *Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ dự báo lũ hạ du sông Hồng – Thái Bình bằng phần mềm Mike 11*.
11. Mitch Blum (2015), *Application of new tool for 1D/2D Hec-Ras modelling of the Truckee river and tributaries*.
12. U.S. Army Corps of Engineers Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center (2016), *HEC-RAS 5.0 Reference Manual*.
13. <http://unitar.org> (2010), *Flood waters in Ha Tinh and Nghe An provinces, Viet Nam*.
14. National Hydraulics and Environment Laboratory of the Research and Development Directorate of và the French Electricity Board (EDF-R&D) (2017), *TELEMAC-2D User Manual*.
15. Moya, V.M., Kure, S., Udo, K., Mano, A. (2016), "Application of 2D numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5", *RIBAGUA-Revista Iberoamericana del Agua*, 3(1), tr. 25-33.
16. Edna, M.R (2007), *Floodplain Inundation Simulation Using 2D Hydrodynamic Modelling Approach, ITC*.
17. Leonardo, T. (2014), "Simulation of Floods with 1d and 2d Hydraulic Models in the GUAPI-AÃ U River Basin, Based on GIS Integration", *Global Journal of Research In Engineering*.

# APPLICATION OF HEC-RAS MODEL SIMULATING FLOOD IN LA RIVER BASIN BASING ON THE CONNECTION OF HYDRONAMIC 1-2D

Nguyen Anh Ngoc, Hoang Van Dai

Centre for HydroMet and Climate change Consultancy

Received: 20 February 2018; Accepted: 20 March 2018

**Abstract:** *This article presents some results of calculations, simulation of flooding in the La river basin using the Hec-Ras model on the basis of hydrodynamics. 1D area are connected to 2D area through the side connection. Input data for the model are data on water levels and flow rates collected from hydro-meteorological stations in the basin. Parameters of model was calibrated and verified with observation water level data in two major floods in October 2010 and 2011 at Linh Cam station. The results of the error estimation using the Nash index for values greater than 0.9 indicate the applicability of the model to flood simulation. The model results also show that the heaviest flooded area is the right bank of the La river with an average flood level of 2m, flooded areas are at least the left bank of the Ngan Pho river with inundation is 0.5m.*

**Keywords:** *Flood, connect hydrodynamic 1-2D, Hec-Ras model, La river basin.*