

Ảnh hưởng tới môi trường của một số sự cố hóa chất độc trong sản xuất phân bón trên thế giới và bài học kinh nghiệm cho Việt Nam

ThS. TRẦN BÍCH HỒNG, TRẦN THỊ GIANG
Viện Khoa học môi trường, Tổng cục Môi trường

Sự cố hóa chất độc là một phần của sự cố môi trường phát sinh trong quá trình hoạt động của con người, do việc rò rỉ, cháy, nổ, phát tán phát thải hóa chất độc gây tác động nghiêm trọng đến môi trường, tài sản và tính mạng con người. Trong thời gian qua, tại một số quốc gia đã xảy ra sự cố hóa chất độc liên quan tới hoạt động sản xuất phân bón. Bài viết trình bày, phân tích, đánh giá những ảnh hưởng tới môi trường của một số sự cố hóa chất độc trong sản xuất phân bón đã xảy ra trên thế giới trong thời gian qua.

TỔNG QUAN VỀ SỰ CỐ HÓA CHẤT ĐỘC TRONG SẢN XUẤT PHÂN BÓN

Sản xuất phân bón hóa học gồm sản xuất phân đạm, lân và kali, phân hỗn hợp (DAP, NPK). Tuy nhiên, quá trình sản xuất phân đạm, lân, DAP phát sinh nhiều sự cố hóa chất độc còn đối với phân kali, NPK ít gây sự cố hóa chất đối với môi trường vì quá trình sản xuất phân kali ít tác động tới môi trường. Quá trình sản xuất phân bón hóa học như sản xuất phân lân supe phốt phát, đạm ure, phân DAP cần sử dụng các nguyên liệu/sản phẩm trung gian là những hợp chất độc hại, nguy hiểm như amoniac (NH_3), amonium nitrate (NH_4NO_3), axit phosphoric (H_3PO_4)... Quy trình công nghệ sản xuất phân bón hóa học có nhiều công đoạn sử dụng áp suất, nhiệt độ cao, chứa đựng nhiều yếu tố rủi ro, tiềm ẩn những mối nguy hiểm cho con người, tài sản và môi trường. Đây là những nguy cơ tiềm tàng gây phát thải hóa chất ra môi trường và xảy ra sự cố môi trường.

Ngoài ra, quá trình sản xuất phân bón, cụ thể là sản xuất các sản phẩm trung gian cũng thải ra chất thải có chứa các loại hóa chất độc gây ảnh hưởng nghiêm trọng đối với môi trường, sức khỏe con người. Ví dụ, trong sản xuất axit phosphoric hay phân lân, chất thải phosphogypsum (GYPs) được tạo ra từ quá trình hòa tan đá phốt phát trong môi trường dung dịch axit để tạo thành axit phosphoric có chứa nhiều thành phần độc hại. Do đó, quá trình sản xuất phân đạm phát sinh các

sự cố hóa chất độc như NH_3 , NH_4NO_3 ; phân lân (supe phốt phát) và phân hỗn hợp DAP phát sinh phốt pho vàng (P_4), NH_3 (đối với phân DAP), bã thải GYPs. Nguồn gốc, nguyên nhân phát sinh các sự cố này có thể xuất phát từ quá trình lưu chứa hay vận chuyển hóa chất; chuyển hóa liên quan đến hóa chất (sản xuất, phản ứng); quá trình vật lý trong sản xuất nhưng sử dụng hóa chất làm tác nhân (quá trình làm lạnh sâu, giữ nhiệt...); quá trình công nghiệp sản sinh các chất thải (hóa chất) có tính độc hay tính nguy hiểm cao (cháy, nổ); các khu vực có sự tham gia của các hoạt động vận chuyển (bến bãi, trạm bơm, trạm trung chuyển hóa chất...).

ẢNH HƯỞNG ĐẾN MÔI TRƯỜNG CỦA MỘT SỐ SỰ CỐ HÓA CHẤT ĐỘC TRONG SẢN XUẤT PHÂN BÓN TRÊN THẾ GIỚI

Trên thế giới, trong thời gian gần đây đã phát sinh một số sự cố hóa chất từ quá trình sản xuất phân bón hóa học đã gây ra những thiệt hại, ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường, sức khỏe, tài sản con người, điển hình như: Sự cố nổ kho chứa hóa chất chứa amoni nitrat (NH_4NO_3) tại Công ty ANZ, Toulouse, Pháp (2001); Sự cố nổ amoniac (NH_3) tại Nhà máy sản xuất phân DAP của Công ty TNHH Chittagong Urea, Bangladesh; Sự cố tràn chất thải photphogypsum (GYPs) tại nhà máy sản xuất phân bón Rotem của ICL ở

vùng Negev của Israel (2017); Sự cố rò rỉ nước thải GYPs tại nhà máy sản xuất phân bón Mosiac, Florida, Mỹ (2016).

Sự cố nổ NH_4NO_3 tại nhà máy sản xuất phân bón AZF, Toulouse, Pháp [1,2,3]

Nhà máy sản xuất phân bón AZF nằm trong một khu công nghiệp ở phía Nam thành phố Toulouse, Pháp, cách trung tâm thành phố khoảng 3 km, được thành lập vào năm 1924. Hoạt động chính của nhà máy đó là chế tạo phân bón nitơ và nitrat công nghiệp và hợp chất tổng hợp có chứa clo. Lúc 10h10 sáng ngày 21/12/2001, một loạt vụ nổ đã xảy ra tại khu vực nhà kho số 221 của Công ty, nơi lưu trữ 300 tấn NH_4NO_3 . Toàn bộ nhà máy đã bị phá hủy, tạo ra một miệng hố có độ sâu khoảng 7 m (23 ft) và đường kính 40 m (131 ft). Vụ nổ lớn gây ra tác động lớn tới khu vực cách xa hàng km, với cường độ tương ứng 3,4 trên thang điểm Richer. Vụ nổ đã làm phát sinh lượng lớn khí NH_3 , gây ô nhiễm không khí, môi trường nước và đất.

Đối với môi trường không khí: Bụi rơi đáng kể từ các vị trí lắp đặt thiết bị và các miệng hố được quan sát bên ngoài nhà máy. Một đám mây bụi lớn từ vụ nổ và khói đỏ lan về phía Tây Bắc. Các chất ô nhiễm trong khí quyển được giải phóng sau khi phát nổ dẫn đến sự hình thành axit nitric (HNO_3), amoniac (NH_3), nitơ dioxide (NO_2) và oxit nitơ (N_2O). Các kết quả quan trắc khí quyển được thực hiện bởi ORAMIP (phòng

thí nghiệm đo lường chất lượng không khí tại địa phương) cho thấy các thông số HNO_3 , NH_3 , NO_2 , N_2O ở các khu vực lân cận gần nhà máy ANZ đều vượt quy chuẩn cho phép. Đối với giá trị NO_2 , giá trị được quan trắc là $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sự phát tán các khí NO_2 , NH_3 và các hạt được giải phóng bởi vụ nổ là nguyên nhân gây ra các bệnh về mắt cấp tính (như viêm kết mạc, khuyết tật thị lực) và các bệnh liên quan đến hô hấp (như viêm khí quản) đối với người dân sống xung quanh khu vực nhà máy. Các vấn đề về sức khỏe này dường như giảm dần trong vòng 5 tuần sau vụ nổ.

Vụ nổ tại nhà máy ANZ đã khiến 21 người tại khu vực nhà máy ANZ; 1 người tại SNPE và 9 người bên ngoài địa điểm của nhà máy ANZ (trong đó có 2 người nhập viện) đã thiệt mạng sau vụ nổ. Ngoài ra, có khoảng 30 người đã bị thương nghiêm trọng, trong đó 21 người phải nhập viện trong vòng hơn 1 tháng.

Với môi trường nước: Vụ nổ đã phá hủy các bể chứa dung dịch NH_4NO_3 và gây rò rỉ axit nitric (HNO_3) vào môi trường nước. Vào ngày xảy ra vụ nổ, ghi nhận sự giải phóng HNO_3 vào sông Garonne, gây ô nhiễm nghiêm trọng dòng sông. Trong số 120 thông số đo được trên dòng sông Garonne, chỉ có sự gia tăng chỉ số NH_4 , NO_3 được quan sát. Giá trị cao nhất được quan sát thấy ở khúc sông Garonne gần khu vực xảy ra sự cố của nhà máy ANZ. Sự ô nhiễm đã được xác định đối với NH_4 , 331 mg/l ở đoạn khúc sông và 16 mg/l ở các khu vực khác trên dòng sông Garonne; đối với NO_3 , 1.277 mg/l ở đoạn khúc sông và 63 mg/l ở các khu vực khác trên dòng sông Garonne. Nồng độ NH_3 ở trên dòng sông Garonne đã vượt quá giá trị cho phép, ảnh hưởng đến nguồn cung cấp nước cho người dân sống xung quanh khu vực dòng sông Garonne. Một thiết bị được sử dụng để quan trắc nồng độ amoniac từ nguồn nước được cung cấp từ dòng sông Garonne cho thấy, nguồn nước ở khu vực này bị ô nhiễm amoniac nghiêm trọng.

Môi trường đất: Vụ nổ đã làm cho môi trường đất trong khu vực bị ô nhiễm các chất hydro cacbon, chì, asen và thủy ngân. Tháng 7/2006, sau 2 năm làm việc, hơn 750.000 m^3 đất đã được xử lý, gần 90% đất bị ô nhiễm đã được xử lý thông qua việc rửa tại chỗ và ở nhiệt độ 805°C . Quá trình xử lý ô nhiễm được hoàn thành vào năm 2008, ước tính chi phí cho việc làm sạch ở mức 100 triệu Euro.

Hệ sinh thái dưới nước: Ô nhiễm NH_3 đã làm cho nhiều loại cá trên sông Garonne bị chết. Tỷ lệ tử vong của loài cá do ảnh hưởng của ô nhiễm



▲ Một xác động vật được tìm thấy gần suối Ashalim sau sự cố của Công ty ICL vào ngày 30/6/2017

NH_3 trong nước liên quan đến độ pH cao (lên tới 8,6), do đó thúc đẩy sự cân bằng hóa học đối với dạng NH_3 không bị ion hóa (NH_3 tự do), rất độc đối với cá. Ước tính có khoảng 9 tấn NH_3 gây ô nhiễm nghiêm trọng dòng sông Garonne ảnh hưởng đến hệ sinh thái dưới nước.

Như vậy, 6 tháng sau vụ nổ, những thiệt hại ảnh hưởng trực tiếp từ vụ nổ đã được ước tính gồm gần 1.300 công ty, 20.000 công nhân bị ảnh hưởng. Chính phủ Pháp đã chi 10,4 triệu Euro để giúp đỡ các công ty bị ảnh hưởng và đề xuất 1,7 triệu Euro để miễn thuế cho nhóm đối tượng này. Theo thông báo của các công ty bảo hiểm, tổng thiệt hại ước tính từ vụ nổ từ 1,5 đến 2,3 tỷ Euro. Các thiệt hại về môi trường gây ra bởi sự cố hóa chất độc trong vụ việc này chưa được ước tính cụ thể, đầy đủ. Thực tế, thiệt hại về môi trường mới chỉ ước tính được thiệt hại về môi trường đất thông qua chi phí thực tế chi trả để phục hồi môi trường đất xung quanh khu vực xảy ra sự cố và thiệt hại về môi trường nước thông qua phương pháp để phục hồi, làm sạch môi trường nước.

Sự cố nổ NH_3 tại Nhà máy sản xuất phân DAP của Công ty TNHH Chittagong Urea, Bangladesh [4]

Khoảng 10 giờ tối, ngày 22/8/2016, một lượng lớn khí amoniac độc hại đã được thải ra, do vụ nổ quá áp suất của một bể chứa amoniac 500 tấn từ Nhà máy Di-amoni Phosphat (DAP) số 1. Nhà máy được thành lập vào năm 2006 trên cơ sở của Công ty TNHH sản xuất phân bón Chittagong (CUFL) nằm trên bờ Nam của sông Karnaphuli, Bangladesh. Nhà máy DAP số 1 có công suất sản xuất 1.600 tấn DAP mỗi ngày. Nhà máy có 2 bể amoniac (NH_3) với sức chứa 500 tấn cung cấp cho quá trình hoạt động sản xuất phân bón thông qua đường ống dẫn. Vào thời điểm xảy ra sự cố, một trong những bồn chứa lưu trữ 325 tấn NH_3 khan phát nổ. Có nhiều nguyên nhân có thể dẫn đến nổ bình chứa, tức là bình bị lỗi, ăn mòn bên trong, ăn mòn bên ngoài, hỏng van điều khiển, hỏng van xả, tăng nhiệt độ/áp suất hoặc do lỗi trong quá trình vận hành. Tuy nhiên, sự cố phát nổ ở bình chứa NH_3 của nhà máy CUFL cho thấy rằng bồn chứa đã bị áp suất quá mức do lỗi vận hành hoặc hỏng về tính cơ học. Ngoài ra, không có lớp bảo vệ bổ sung nào có thể ngăn ngừa, giảm thiểu sự giải phóng NH_3 và giảm thiểu hậu quả. Vụ nổ NH_3 đã phát tán 1 lượng lớn

khí NH₃ ra ngoài môi trường không khí, hình thành các đám mây khổng lồ lan rộng, ảnh hưởng đến môi trường xung quanh.

Đối với môi trường không khí: Dựa trên báo cáo được công bố, nồng độ khí amoniac được ghi nhận là 600 PPM tại khu vực lân cận sau 5 giờ xảy ra sự cố, vẫn vượt xa mức giá trị ngưỡng giới hạn. Điều này cho thấy nồng độ khá cao tại thời điểm xảy ra vụ việc. Điều đáng chú ý là khí NH₃ độc hại lan rộng vài km và gió cuốn theo khí này sang bờ bên kia của sông Karnaphuli khiến gần 250 người bị ảnh hưởng do hít phải khí NH₃ độc hại. 52 người trong số họ là công nhân làm việc trong nhà máy được yêu cầu nhập viện trong đêm cùng ngày. Người dân địa phương trong khu vực bị ảnh hưởng, bị kích ứng mắt nghiêm trọng và có vấn đề về hô hấp.

Môi trường nước: Các nhân viên cứu hỏa đã cố gắng ngăn chặn khí thải bằng cách phun nước vào đám cháy để hòa tan NH₃ vào nước. Amoniac khuếch tán vào các vùng nước sẽ làm tăng độ pH và có tác động tiêu cực đến hệ sinh thái thủy sinh tổng thể. Môi trường và đa dạng sinh học ở khu vực xung quanh sự cố bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Các ngư dân đã tìm thấy rất nhiều cá chết từ ao bị ô nhiễm gần đó.

Sự cố tràn phốt pho tại nhà máy sản xuất phân bón phốt phát Rotem của ICL ở vùng Negev của Israel [5,6]

Công ty ICL (Israel Chemicals Ltd.) là công ty toàn cầu về phân bón và hóa chất. Các sản phẩm và giải pháp của ICL được sử dụng trong các thị trường nông nghiệp và công nghiệp chính như phân kali, phân lân và phân bón đặc biệt mà ICL khai thác và sản xuất, rất quan trọng đối với nông dân trên toàn thế giới, cải thiện năng suất và chất lượng cây trồng. Ngày 30/6/2017, một sự cố môi trường nghiêm trọng đã xảy ra tại ICL Rotem, một công ty con của ICL nằm ở vùng Negev của Israel. Theo báo cáo của Công ty ICL, một bờ kè đã bị sập một phần tại hồ số 3 của nhà máy. Hồ này được sử dụng để chứa nước thải GYPs, một sản phẩm phụ của quá trình sản xuất phân bón photphat được tiến hành. Ngay sau khi xảy ra sự cố, Công ty đã được lệnh phải tạm dừng hoạt động của hồ chứa liên quan và ngừng dòng nước thải. Tuy nhiên, ước tính có khoảng 100.000 m³ nước GYPs đã được thải ra môi trường xung quanh. Chất thải GYPs chứa nhiều tạp chất (axit dư, hợp chất flo, các nguyên tố vi lượng như thủy ngân, chì và các thành phần phóng xạ). Những tạp chất này và một lượng đáng kể phốt phát có thể được thải ra môi trường (đất, nước ngầm và nước mặt).

Môi trường nước: Sự cố đã khiến nước thải có chứa chất độc hại chảy xuống lòng sông suối Ashalim. Kết quả cho thấy, nồng độ axit cao trong lòng suối Ashalim sau sự cố. Dòng nước chứa hàm lượng độc hại tính axit cao xuyên qua sa mạc, cuốn theo bất

cứ thứ gì trên đường đi của nó, trước khi chảy vào một hồ chứa, nằm cách biển Chết vài chục km. Các nhà chức trách địa phương ước tính khoảng hơn 200 triệu NIS để cải tạo dòng sông và môi trường xung quanh. Chất lỏng độc hại, có tính axit cao từ nhà máy Rotem ngấm vào hệ thống nước ngầm dưới lòng đất, hoặc tầng chứa nước. Ô nhiễm nước ngầm có thể xuất hiện nhiều năm sau khi sự kiện ô nhiễm ban đầu diễn ra.

Hệ sinh thái: Nước thải độc hại đã phá hủy mọi thứ trên đường đi khi nó băng qua sa mạc, gây nhiễm độc cho 1/3 loài dê rừng (ibexes) tại địa phương cũng như các loài động vật và thực vật khác. Hệ sinh thái của Khu bảo tồn thiên nhiên Bokek xung quanh đó cũng bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Môi trường sống nước ngọt của Khu bảo tồn thiên nhiên Bokek đã từng cho phép các cộng đồng động thực vật quý hiếm phát triển mạnh trong một môi trường khô và mặn. Nhưng lượng muối đã tăng từ 500 lên 600 mg mỗi lít trong dòng suối trong những năm 1990 - vào thời điểm đó mức cao nhất cho phép để uống lên 4.550 mg mỗi lít được ghi lại trong tầng nước ngầm vào cuối năm 2017. Theo phán quyết của tòa án, Công ty ICL phải trả số tiền là 400 triệu USD để đền bù thiệt hại do ô nhiễm nguồn nước gây ra ở khu vực bảo tồn Bokek.

Sự cố rò rỉ nước thải GYPs tại nhà máy sản xuất phân bón Mosaic, Florida, Mỹ [7,8]

Công ty phân bón Mosaic, bang Florida là một công ty có trụ sở tại thành phố Tampa, bang Florida. Mosaic hiện là nhà sản xuất và phân phối phân lân, kali lớn nhất tại Mỹ và trên thế giới. Theo báo cáo của Công ty Mosaic, ngày

27/8/2016, công nhân của họ đã phát hiện 1 hồ tại khu vực lưu trữ chất thải GYPs ở cơ sở New Wales, thị trấn Mulberry, bang Florida. Hồ từ thân trên sâu tới tận mạch nước ngầm của bang Florida, vốn là nguồn cung cấp nước uống của hàng triệu người dân tiểu bang này. Chiếc hồ này khiến nước thải chứa GYPs rò rỉ vào hệ thống thoát nước và dần ngấm vào tầng nước ngầm trong tiểu bang. Ước tính có khoảng 980 triệu lít nước nhiễm phóng xạ qua hồ từ thân, rò rỉ vào nguồn nước ngầm chính, một trong những mạch nước ngầm chính của bang Florida. Sự cố rò rỉ chất thải GYPs tác động rất lớn đến môi trường, hệ sinh thái xung quanh, cụ thể là các vùng đất ngập nước, chất lượng và số lượng nước cũng như môi trường sống của động vật hoang dã.

Với môi trường nước: Sự cố gây ô nhiễm môi trường nước mặt dòng sông Alafia. Với độ pH bằng 2, nước thải của quá trình xả ra làm thay đổi đáng kể độ pH trong suốt chiều dài của sông Alafia. Sự cố đã ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng môi trường nước mặt trong bán kính khoảng 7 dặm. Với việc dư thừa hàm lượng phốt pho trong môi trường nước, đã gây ra hiện tượng tảo nở hoa và làm tăng nồng độ chất diệp lục trong cả sông và vịnh cho đến tháng 5 năm sau.

Hệ sinh thái: Sự cố đã làm số lượng lớn cá bị chết dọc theo chiều dài của con sông từ Mulberry đến vịnh Hillsborough bao gồm khoảng 1,3 tỷ con cá nhỏ (loài cá làm mỗi, thức ăn cho các động vật khác) và động vật có vỏ (tôm, cua) và 72.900 con cá đánh bắt. Với việc môi trường sống bị mất và chết hàng loạt loài cá nhỏ là thức ăn cho các loài

động vật khác, vụ tràn cũng khiến các loài chim ăn cá tại sông Alafia và vùng đất ngập nước xung quanh ảnh hưởng gián tiếp, kể cả hoạt động sinh sản. Ngoài ra, vùng nước mở của vịnh Hillsborough cung cấp môi trường sống quan trọng cho các loài chim biển, cá biển và động vật có vú cũng ghi nhận những tác động tiêu cực.

Có thể nói, các sự cố này đã làm rò rỉ, phát tán 1 lượng lớn các hóa chất độc hại (như NH_3 ; NH_4NO_3 ; chất thải GYPs...) vào môi trường. Các hóa chất độc này được phát tán vào môi trường sau các sự cố tràn, rò rỉ, cháy, nổ trong hoạt động sản xuất tại các nhà máy phân bón. Lượng hóa chất bị rò rỉ sau đó sẽ phát tán vào môi trường không khí hoặc ngấm vào nguồn nước ngầm, nước sông. Các sự cố đều gây ra những thiệt hại nghiêm trọng đến môi trường nước, đất, không khí. Ngoài những thiệt hại trực tiếp về môi trường tự nhiên, các sự cố trên cũng gây ra những thiệt hại tới tài sản, sức khỏe con người do môi trường tự nhiên bị ô nhiễm, suy thoái. Số tiền đền bù thiệt hại được các cơ quan quản lý ước tính lên tới hàng triệu USD.

BÀI HỌC KINH NGHIỆM CHO VIỆT NAM

Ở Việt Nam, thời gian qua đã xảy ra một số sự cố hóa chất độc trong sản xuất phân bón (chủ yếu trong sản xuất phân đạm, phân lân và phân hỗn hợp NPK). Các sự cố hóa chất độc này chủ yếu phát sinh từ nguồn nguyên liệu sản xuất (NH_3 ; phốt pho vàng (P_4)); và chất thải GYPs. Một số sự cố tiêu biểu như: Sự cố tràn, rò rỉ bã thải GYPs tại Công ty Supe phốt phát và Hóa chất Lâm Thao (2009); Sự cố rò rỉ NH_3 tại Công ty Cổ phần DAP, KCN Đình Vũ, quận Hải An, TP. Hải Phòng (2011); Sự cố vỡ đập chất thải tràn GYPs ra ngoài gây cháy lớn tại Công ty Cổ phần phốt pho vàng Lào Cai (2012); Sự cố vỡ đập thải GYPs của Công ty sản xuất phân bón DAP, Đình Vũ, Hải Phòng (2013); Sự cố rò rỉ NH_3 tại Công ty Cổ phần DAP số 2, khu công nghiệp Tăng Loong, huyện Bảo Thắng, Lào Cai (2015)...

Nhằm hạn chế những ảnh hưởng đến môi trường do các sự cố hóa chất độc trong sản xuất phân bón, cơ quan quản lý nhà nước và các doanh nghiệp sản xuất trong lĩnh vực này cần:

Thứ nhất, cơ quan quản lý nhà nước cần có hướng dẫn và tổ chức thanh tra, kiểm tra việc thực hiện kế hoạch phòng ngừa, ứng phó với sự cố hóa chất phù hợp với loại hình, quy mô hoạt động sản xuất của doanh nghiệp. Trong đó chú ý tới nội dung lưu giữ hóa chất cũng như các kế hoạch thực tế để ứng phó khi xảy ra sự cố.

Thứ hai, các doanh nghiệp cần thực hiện nghiêm các quy định pháp luật, hướng dẫn của cơ quan có thẩm quyền về thực hiện biện pháp an



▲ Hồ sụt tại bãi chứa chất thải GYPs của nhà máy sản xuất phân bón Mosaic, Florida, Mỹ

toàn trong quản lý và sử dụng hóa chất, đặc biệt các loại hóa chất độc. Bởi khi xảy ra sự cố hóa chất trong sản xuất phân bón thì mức độ thiệt hại tới môi trường nước, đất, không khí, hệ sinh thái và các thiệt hại gián tiếp khác như sức khỏe, tính mạng con người hay cơ sở vật chất là rất lớn.

Thứ ba, trong trường hợp xảy ra các sự cố, doanh nghiệp cần thực hiện việc khoanh

vùng ảnh hưởng, đặc biệt đối với các nhà máy nằm ở vị trí nhạy cảm như: Gần nguồn nước (sông, suối, ao, hồ) hoặc đặt ở vị trí đầu hướng gió... Việc thực hiện khoanh vùng sẽ sớm ngăn chặn, hạn chế được sự lan truyền của hóa chất trong môi trường, giảm đáng kể những ảnh hưởng tới môi trường, con người và hệ sinh thái. ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Dechy N., Gaston D., Salvi O., 2004a, "First lessons of the Toulouse ammonium nitrate disaster, 21st September 2001, AZF plant, France", *Journal of Hazardous Materials*, Volume 111, Issues 1-3, 26 July 2004, Pages 131-138
- [2] Dechy N., Mouilleau Y., 2004b, "Damages of the Toulouse disaster, 21th september 2001", *11th International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industry*, May 2004, Praha, Czech Republic. pp.2353-2363. ineris-00969912
- [3] French Ministry of Sustainable Development, 2001, *Explosion in the AZF fertilizer plant September 21st, 2001 Toulouse France*, File last updated : July 2013.
- [4] Easir Khan A., 2016, "Dap-1 Ammonia Tank Explosion: Safety and Security Concerns in Chemical Process Plant in Bangladesh", *Int J Petrochem Sci Eng*. 2016;1(1):10-11.
- [5] Sue Surkes, 2019, "State recommends police probe Negev phosphate plant over pollution", *The Times of Israel*, see at <https://www.timesofisrael.com/>
- [6] Sue Surkes, 2020, "Popular stream in south to reopen 3 years after deadly chemical spill", *The Times of Israel*, see at <https://www.timesofisrael.com/>
- [7] Trevor Nace, 2016, "Massive Sinkhole Leaks Radioactive Water Into Florida's Aquifer", see at <https://www.forbes.com/>
- [8] Rod Nickel, 2016, "Florida sinkhole at Mosaic fertilizer site leaks radioactive water", *Environment*, September 16th, 2016, see at <https://www.reuters.com/>