ความรู้จากกระบบเฝ้าระวัง
เรื่อง การประยุกต์สารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค (Fluoride Mapping)

โครงการการประยุกต์สารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค

สุพจน์ ชำนาญไพร
อิสรา ซอนเสน
ธวัชชัย สุธาชัย
น้ำผึ้ง รัตนพิบูลย์
วิสเพ็ญ กิจธเนศ
สุทธิกานต์ กันตี
ภาวิณี วรรณศรี

ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ
กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ฟลูออไรด์เป็นแร่ธาตุที่พบได้ในธรรมชาติทั่วไปบนพื้นผิวโลก ในรูปของแร่ฟลูออไรท์ หรือฟลูออสปาร์ ร้อยละ 0.06-0.09 ของเปลือกโลกจะเป็นฟลูออไรด์ ปริมาณโดยเฉลี่ยของฟลูออไรด์ในเปลือกโลกเท่ากับ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม [1] ฟลูออไรด์พบได้ในน้ำธรรมชาติ โดยที่ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายของฟลูออไรด์ จะพบฟลูออไรด์สูงในน้ำใต้ดินที่มีแคลเซียมต่ำ น้ำใต้ดินที่มีฟลูออไรด์สูงจะเกี่ยวข้องกับตะกอนดินที่มีจากทะเล หินภูเขาไฟ หรือหิน แกรไนท์ สายแร่ฟลูออไรท์ในโลกพบมากในหลายภูมิภาค ได้แก่ สายแร่จากสาธารณรัฐอาหรับ ซีเรีย ผ่านจอร์แดน อียิปต์ ลิเบีย โมร็อคโค อัลจีเรีย มายังหุบเขาริฟท์ อีกสายหนึ่งมาจากตุรกี อิรัก สาธารณรัฐอิหร่าน อัฟกานิสถาน มายังอินเดีย ตอนเหนือของจีน และไทย นอกจากนี้ยังพบสายแร่ฟลูออไรท์ ในสหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น นอกจากนี้มีรายงานว่าน้ำร้อนที่มาจากภูเขาไฟและน้ำแร่จากบ่อน้ำร้อนต่างๆ มักมีฟลูออไรด์ปริมาณสูง คือ 3-6 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำธรรมชาติสูงสุดที่เคยพบอยู่ที่ทะเลสาบนากุรุ ประเทศเคนยา มีค่าฟลูออไรด์ 2,800 มิลลิกรัมต่อลิตร

ประเทศไทยมีสายแร่ฟลูออไรท์พาดผ่านจากภาคเหนือลงสู่ภาคใต้ ตามแนวพรมแดนด้านตะวันตกเขตติดต่อกับพม่า จังหวัดที่มีความเสี่ยง ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง แม่ฮ่องสอน สุโขทัย ตาก อุตรดิตถ์ กาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นครศรีธรรมราช จากการวิเคราะห์ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำบาดาล จำนวน 61,344 บ่อ โดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาล พบว่า ร้อยละ 13.9 มีฟลูออไรด์มากกว่า 0.70 มิลลิกรัมต่อลิตร(ค่ามาตรฐานฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคของกรมอนามัย ต้องมีค่าไม่เกิน 0.70 มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยที่การปนเปื้อนฟลูออไรด์ในแหล่งน้ำบาดาล อาจมีสาเหตุมาจากน้ำบาดาลไหลผ่านแหล่งแร่ฟลูออไรด์และละลายลงสู่แหล่งน้ำทำให้น้ำบาดาลมีฟลูออไรด์สูงขึ้นหรืออาจจะเกิดจากการแทรกซึมของน้ำร้อนใต้ดิน ที่มีฟลูออไรด์ละลายอยู่สูงเข้ามาในชั้นน้ำบาดาลตามรอยเลื่อนหรือรอยแยกหินใต้ดิน

ปัญหาฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคสูงมีผลกระทบต่อฟัน และสุขภาพของประชาชนเป็นปัญหาที่เรื้อรังมาเป็นเวลานานและปัจจุบันพบปริมาณคนเป็นเพิ่มขึ้น สาเหตุ คือ การได้รับฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกายมากเกินไปและเป็นเวลานาน โดยเฉพาะการบริโภคน้ำที่มีปริมาณฟลูออไรด์สูงเกินมาตรฐาน ค่ามาตรฐานปริมาณฟลูออไรด์ในระดับที่ปลอดภัยของประเทศไทย คือ ไม่เกิน 0.70 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนฟลูออไรด์ในแหล่งน้ำ อาจมีสาเหตุมาจากน้ำบาดาลไหลผ่านแหล่งแร่ที่มีฟลูออไรด์เป็นองค์ประกอบ และละลายฟลูออไรด์ลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้น้ำบาดาลมีฟลูออไรด์สูงขึ้น หรืออาจจะเกิดจากการแทรกซึมของน้ำร้อนใต้ดินที่มีฟลูออไรด์ละลายอยู่สูงเข้ามาในชั้นน้ำบาดาลตามรอยเลื่อน หรือรอยแยกของหินใต้ดินในชั้นที่เป็นตะกอนร่วน

ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ที่บริโภคน้ำที่มีปริมาณฟลูออไรด์สูงในระยะเวลาที่ร่างกายกำลังสร้างฟัน คือ ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุประมาณ 12 ปี ในปี พ.ศ. 2543-2544 กองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย ได้ทำโครงการสำรวจทันตสุขภาพแห่งชาติ และตรวจสภาวะฟันตกกระในเด็กอายุ 12 ปี พบว่ามี 36 จังหวัด จาก 48 จังหวัด ที่มีผลการตรวจฟันตกกระ โดยพบว่าเด็กที่มีฟันตกกระกระจายทุกภาคของประเทศ ในพื้นที่ที่พบมากที่สุด คือ ภาคเหนือ พบได้ตั้งแต่ร้อยละ 10-65 ทำให้เกิดฟันตกกระ ลักษณะเคลือบฟันมีสีขาวขุ่น ความรุนแรงขึ้นกับระยะเวลา และปริมาณฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับ และถ้าได้รับฟลูออไรด์ในปริมาณที่มากเป็นเวลานานทำให้เกิดการสะสมของแคลเซียมในกระดูกโครงสร้างเกิดโรคที่เรียกว่า “skeletal fluorosis” มีลักษณะความผิดปกติของกระดูก เช่น ขาโก่ง งอ เปราะ หักง่าย

เคลื่อนไหวลำบาก ฟันตกกระเป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นอย่างถาวร ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ ซึ่งวิธีการแก้ไขทำได้โดยให้ทันตแพทย์ฟอกสีฟัน เคลือบหรือครอบฟัน แต่ช่วยได้ช่วยคราว และต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง

รูปที่ 1 ลักษณะของฟันตกกระ

องค์การอนามัยโลกกล่าวว่าถ้าดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์สูงเกินกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลาตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป ฟลูออไรด์จะชักนำให้มีการสะสมของแคลเซียมในกระดูก ก่อให้เกิดกระดูกแข็งด้าน (osteosclerosis) เช่นเดียวกัน ในเขตอบอุ่นฟลูออไรด์ 4-8 มิลลิกรัมต่อลิตร ยังไม่แสดงผลว่าเกิดพิษต่อกระดูก แต่ในเขตร้อนพบว่าการดื่มน้ำที่มีฟลูออไรด์สูงเกินกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เกิดโรคกระดูกแข็งด้าน โรคกระดูกพรุน (osteoporosis) และมี กระดูกเป็นใย (woven bone) เพิ่มขึ้น รายที่มีอาการรุนแรงอาจพบลักษณะพิการทำให้ขาโก่ง (crippling skeletal fluorosis) เคลื่อนไหวลำบาก มีผลทั้งในเด็กและผู้ใหญ่

รูปที่ 2 ความผิดปกติที่กระดูกและโครงสร้างเกิดจากการได้รับฟลูออไรด์ปริมาณสูงมาก เป็นเวลานาน แขนขาโก่ง ข้อยึด เจ็บปวด เคลื่อนไหวลำบาก

การแก้ไขปัญหา คือ การหลีกเลี่ยงการได้รับฟลูออไรด์ในปริมาณสูงตั้งแต่แรกเกิดไปจนตลอดชีวิต ส่วนใหญ่ประชาชนจะได้รับจากการบริโภคน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดิน เช่น บ่อบาดาล แหล่งน้ำผิวดิน บ่อน้ำตื้น อันเป็นแหล่งน้ำเพื่อการบริโภคหลักของประชาชน โดยเฉพาะประชาชนทางภาคเหนือ นอกจากนั้น จะได้รับจากอาหารที่มีการปรุง หรือ หุงข้าว โดยใช้น้ำที่มีปริมาณฟลูออไรด์สูง ปัญหาดังกล่าว มีทางเลือกในการแก้ไขหลายทางเลือกที่แตกต่างกัน เช่น การเปลี่ยนแหล่งน้ำบริโภค การใช้น้ำฝน น้ำดื่มบรรจุขวด น้ำบ่อ หรือการใช้เครื่องกรองน้ำ การแก้ไขปัญหาดังกล่าวจะสำเร็จได้ ประชาชนต้องรับรู้ว่าสิ่งนั้นเป็นปัญหามีความต้องการที่จะแก้ไขปัญหา ริเริ่มและดำเนินการในการแก้ไขปัญหานั้นๆ ด้วยตนเอง โดยมีเจ้าหน้าที่ภาครัฐเป็นที่ปรึกษาด้านวิชาการ และให้การสนับสนุนในการดำเนินงานของชุมชน

ข้อมูลงานวิจัยส่วนใหญ่ทั้งในและต่างประเทศมีแต่การทำแผนที่ฟลูออไรด์แยกออกจากสภาวะฟันตกกระ ดังนั้นคณะวิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและจัดทำแผนที่ความเสี่ยงฟลูออไรด์และสภาวะฟันตกกระลงในแผนที่เดียวกัน โดยจะใช้ข้อมูลปริมาณฟลูออไรด์ประปาบาดาล และสภาวะฟันตกกระจังหวัดลำพูนและจังหวัดพะเยา ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่มาสร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศ กำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการได้รับปริมาณฟลูออไรด์ ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ คือ มีฐานข้อมูลฟลูออไรด์และสภาวะฟันตกกระ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการป้องกัน ควบคุม และแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที รวมถึงบอกลำดับความสำคัญของปัญหา และนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาแก้ไขปัญหาแบบมีส่วนร่วมกับชุมชน อย่างยั่งยืน ซึ่งจะทำให้ภาคีเครือข่ายสามารถเฝ้าระวังและดำเนินการป้องกันและแก้ไขการเกิด ผลกระทบต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์สูงในน้ำบริโภคด้วยตัวเองอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทของพื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

การทบทวนเอกสารและงานวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและบทความที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยจะพบว่ามีหลายบทความที่ได้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา ผลกระทบ และการจัดทำแผนที่ค่าฟลูออไรด์ โดยสามารถสรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้องได้ดังต่อไปนี้

ประเทศไทยปัญหาฟันตกกระพบมากในภาคเหนือ และจังหวัดอื่นๆ ที่มีสายแร่ฟลูออไรด์ ได้แก่ จังหวัด เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน ตาก สุโขทัย ชัยนาท พิจิตร เพชรบุรี นครปฐม กระบี่ สงขลา ปัตตานี สาเหตุของฟันตกกระในประเทศไทยเกิดจากการบริโภคน้ำใต้ดินที่มีฟลูออไรด์สูงตามธรรมชาติ [2] ในการสำรวจทันตสุขภาพแห่งชาติล่าสุดเมื่อปี 2537 พบว่าร้อยละ17 ของเด็กอายุ 12 ปี มีฟันตกกระ แต่อย่างไรก็ตามปัญหาฟันตกกระเป็นปัญหาเฉพาะพื้นที่ ตัวเลขที่เป็นภาพรวมไม่สามารถบ่งบอกถึงปัญหานี้ได้ ยกตัวอย่าง เช่น ผลการสำรวจฟันตกกระในเด็กทุกกลุ่มอายุ (6-15 ปี) ที่บ้านสันคะยอม อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน พบร้อยละ100 เป็นฟันตกกระ ในขณะที่ตัวเลขค่าเฉลี่ยของทั้งจังหวัดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 30 ฟันตกกระไม่ใช่โรคแต่เป็นสภาวะการเจริญพร่องของเคลือบฟัน ซึ่งเกิดจากการได้รับฟลูออไรด์เข้าสู่ร่างกายมากเกินปริมาณที่เหมาะสม แล้วไปรบกวนกระบวนการสร้างแร่ธาตุที่เคลือบฟัน ในระยะที่มีการสร้างฟันและฟันเจริญเติบโตอยู่ในกระดูกขากรรไกร การได้รับฟลูออไรด์ปริมาณสูงเกิน 0.04-0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ในวัยเด็ก มีผลต่อการสร้างฟัน ทำให้เกิดฟันตกกระ (Dental Fluorosis) ทำให้เคลือบฟันมีสีขาวขุ่นบางส่วนหรือทั้งซี่ ตามระดับความรุนแรงของสภาวะฟันตกกระ ความรุนแรงจะขึ้นกับปริมาณของฟลูออไรด์ที่ได้รับ ซึ่งมีได้ตั้งแต่แทบจะไม่สามารถสังเกตเห็นได้ หรือพบผิดปกติเล็กน้อยเป็นจุดขาวประปราย มีเส้นขาวบาง ๆ หรือเป็นหย่อมขาว ๆ ใกล้กับ ปลายหน้าตัดของฟันหน้า หรือยอดแหลมของฟันหลัง เหมือนหิมะปกคลุมยอดเขาที่ค่อย ๆ บางลง กลืนไปกับเคลือบฟัน หรือผิดปกติรุนแรง ที่มีหลุมตามขวางเคลือบฟันเป็นสีน้ำตาล มักเห็นชัดเจนในฟันหน้าและฟันกรามน้อย บางครั้งเคลือบฟันที่ตกกระแตกออกจนเห็นสีเหลืองของเนื้อฟัน ในภาษาท้องถิ่นภาคเหนือจึงมีคำเรียก ฟันตกกระต่าง ๆ กันตาม ในภาคเหนือเรียกฟันตกกระว่าเขี้ยวลาย หรือ เขี้ยวเหลือง ฟันตกกระเป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นอย่างถาวร ไม่สามารถรักษาให้หายได้

ในปี พ.ศ.2543-2544 กองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้จัดทำโครงการสำรวจทันตสุขภาพแห่งชาติ [3] พบว่า มี 36 จังหวัด จาก 48 จังหวัด ที่มีผลการตรวจฟันตกกระ โดยพบว่าเด็กที่มีฟันตกกระกระจายอยู่ทุกภาคของประเทศ แต่ในพื้นที่พบมาก คือ ภาคเหนือ พบได้ตั้งแต่ ร้อยละ 10-65 จากการศึกษาของ นิภาพรรณ โอศิริพรรณ ปี พ.ศ.2543 เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟลูออไรด์

ในน้ำกับการเกิดฟันตกกระ ศึกษาที่อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน ศึกษาจากตัวอย่างทั้งสิ้น 225 คน ดังตารางที่ 1

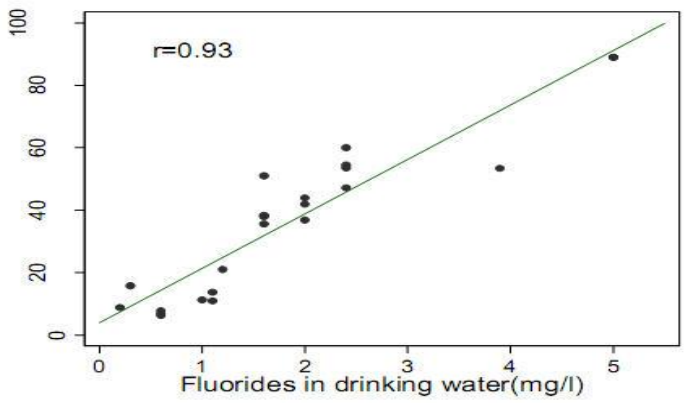
ตารางที่1 ความชุกของฟันตกกระ(ไม่รวมฟันตกกระระดับสงสัย) และค่าดัชนีฟันตกกระชุมชนจำแนกตามปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำ อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน

ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละความชุกของฟันตกกระ
0-0.30	14.29
0.31-0.5	50.00
0.5-0.7	50.00
> 0.70	71.74

การศึกษาในกลุ่มเด็กนักเรียนอายุ 7-15 ปี จำนวน 2627 คน ผลการศึกษาพบว่าประชากรของประเทศเอสโตเนีย ร้อยละ93.7 ดื่มน้ำจากประปาซึ่งเป็นแหล่งน้ำบาดาล ที่มีปริมาณฟลูออไรด์ ระหว่าง 0.01-7.20 มิลลิกรัมต่อลิตร [4] พบฟันตกกระในนักเรียนอายุระหว่าง 7-15 ปี ร้อยละ 17.5 และพบว่าปริมาณฟลูออไรด์ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความชุกของการเกิดฟันตกกระ (r=0.93)

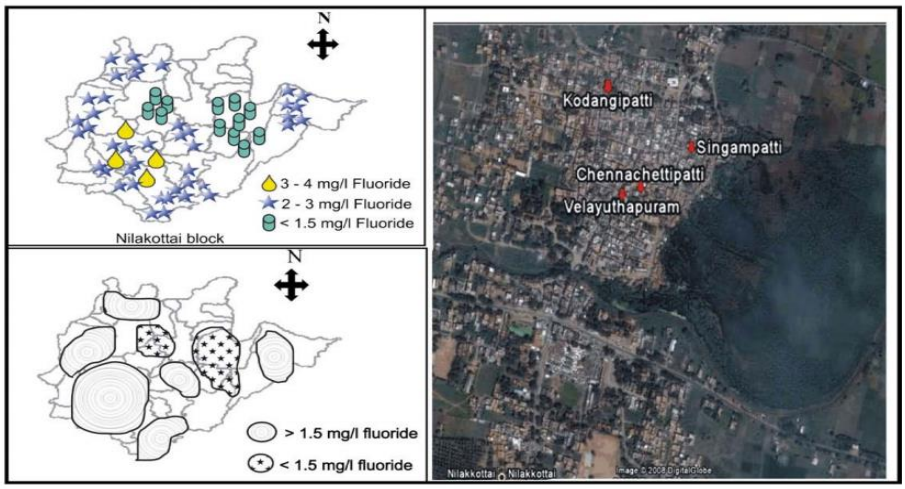
ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละความชุกของฟันตกกระของนักเรียนอายุระหว่าง 7-15 ปี จำนวน 2627 คน ประเทศเอสโตเนีย

ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค (มิลลิกรัมต่อลิตร)	จำนวนเด็กนักเรียน (คน)	จำนวนและร้อยละความชุกของฟันตกกระ	Odds Ratio (OR)	95% C.I.
< 1.0	1024	69 (6.7 %)		
1.0-1.5	984	120 (12.2 %)		
1.51-2.0	386	147 (38.1 %)	4.4	3.3-5.9
2.1-3.0	167	75 (44.9 %)	5.9	4.1-8.4
3.1-4.0	30	16 (53.3 %)	8.2	3.9-17.3
> 4.0	36	32 (88.9 %)	57.6	20.0-165.7
รวม	2627	459 (17.5 %)		



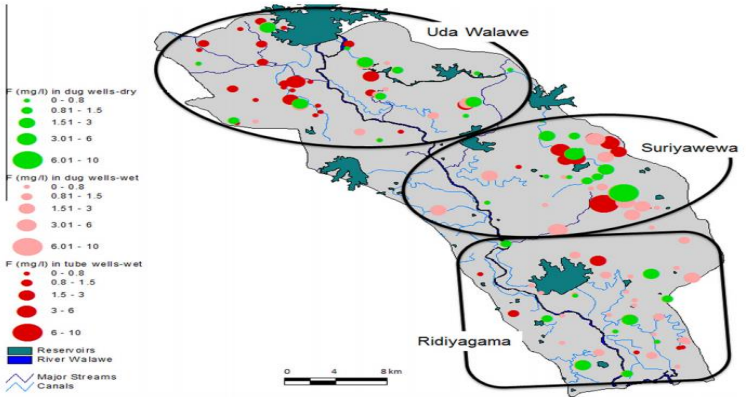
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟลูออไรด์และความชุกการเกิดฟันตกกระ
ของนักเรียนอายุระหว่าง 7-15 ปี จำนวน 2627 คน ประเทศเอสโตเนีย

ฟันตกกระส่วนใหญ่เกิดจากการบริโภคน้ำดื่มที่มีค่าฟลูออไรด์สูงจำเป็นที่จะต้องหาค่าเฉพาะของฟลูออไรด์เพื่อใช้ในการแก้ไขความเสี่ยงของโรคฟันตกกระต่อประชาชน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการได้รับฟลูออไรด์ผ่านน้ำดื่มจากคนที่อายุต่างกันและให้ความกระจ่างพื้นที่เฉพาะของฟลูออไรด์ผ่านการทำแผนที่ โดยใช้เทคนิค Google earth และ isopleth การประเมินการได้รับ ฟลูออไรด์ในน้ำดื่มจากการศึกษาพบว่ากลุ่ม Nilakottai ของอำเภอ Dindigul ในรัฐทมิฬนาฑู ได้รับค่าฟลูออไรด์ที่มากเกินไปประมาณ 88% ของคนในหมู่บ้าน [5]

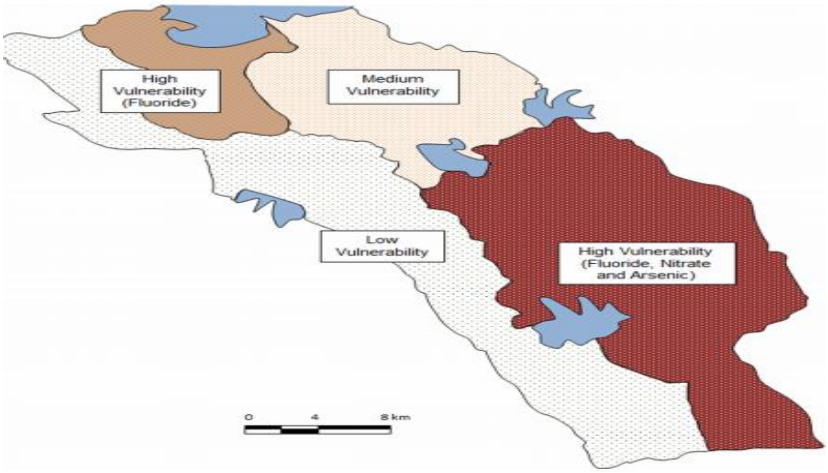


รูปที่ 4 ตำแหน่งของฟลูออไรด์ในอำเภอ Dindigul

ในภาคใต้ของประเทศศรีลังกา การชลประทานมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของแบคทีเรียและสารปนเปื้อนสารพิษในน้ำบาดาล จึงได้จัดทำแผนที่ของน้ำใต้ดินขึ้น ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ที่มีองค์ประกอบที่เป็นอันตราย ในเมือง Uda Walawe Basin โดยการซ้อนทับข้อมูลทางธรณีวิทยาและการใช้ประโยชน์ที่ดิน อีกทั้งยังมีข้อมูลเกี่ยวกับระบบชลประทานองค์ประกอบของแหล่งน้ำและความเข้มข้นของสารปนเปื้อนที่เลือก จากข้อมูลจำกัดที่ทำการตรวจสอบการกระจายตัวขององค์ประกอบที่เป็นอันตรายและความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์ พิษจากฟลูออไรด์จากน้ำบาดาล คือ ภัยคุกคามด้านสุขภาพที่ยิ่งใหญ่ที่สุดในพื้นที่การศึกษาของ ซึ่งมีความเข้มข้นของฟลูออไรด์ ตั้งแต่ 0.1 ถึง 9.2 มิลลิกรัม ต่อลิตร [6]

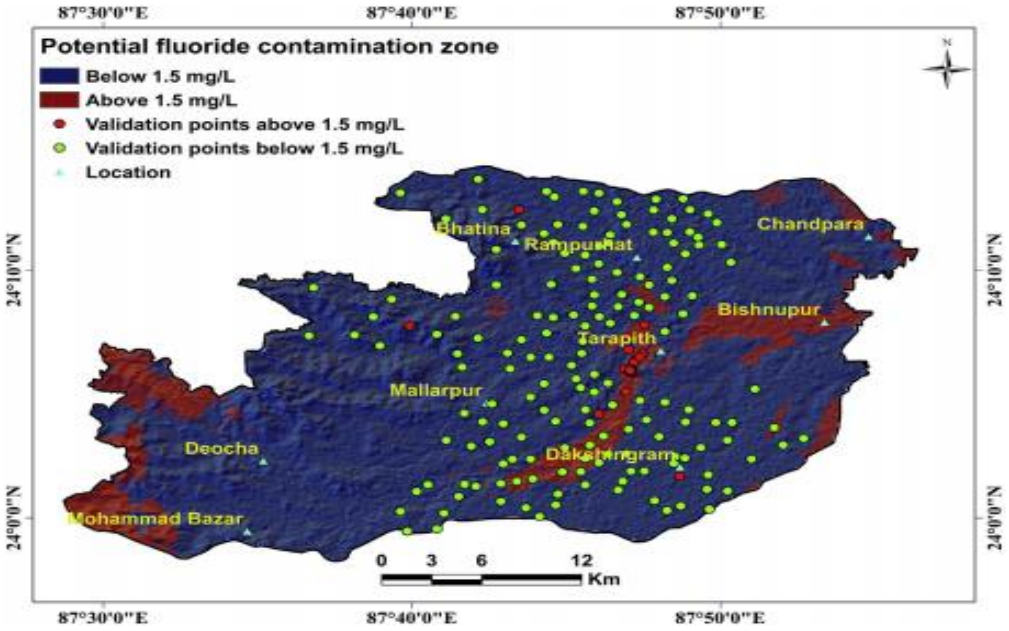


รูปที่ 5 ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่สัมพันธ์กับระบบชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำสามแห่งของลุ่มน้ำ Uda Walawe ศรีลังกา ในช่วงฤดูฝน (มกราคม - กุมภาพันธ์) และช่วงฤดูแล้ง (กรกฎาคม-สิงหาคม) ปีพ.ศ. 2544



รูปที่ 6 แผนที่ความเสี่ยงของน้ำใต้ดินสำหรับลุ่มน้ำ Uda Walawe ตอนล่างศรีลังกา

การประยุกต์ใช้การตรวจจับระยะไกล (remote) และ GIS มีประโยชน์สำหรับการทำความเข้าใจพื้นที่การปนเปื้อนฟลูออไรด์ที่อาจเกิดขึ้น จากการวิจัยในปัจจุบันสามารถสรุปได้ว่าการใช้การตรวจจับระยะไกลและ GIS เพื่อศึกษาศักยภาพพื้นที่การปนเปื้อนฟลูออไรด์ สร้างแนวคิดเกี่ยวกับความน่าจะเป็นพื้นที่ปนเปื้อนของน้ำใต้ดินที่มีฟลูออไรด์ แผนที่นี้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับนักวางแผนวิศวกร การวางแผนกลยุทธ์การตัดสินใจ ผู้ตรวจการของน้ำใต้ดินและเจ้าหน้าที่ของรัฐ การประเมินคุณภาพน้ำ การพัฒนาและการจัดการน้ำบาดาล การตรวจสอบมีประโยชน์มากสำหรับการสร้างแผนที่ที่ถูกต้องของการศึกษาพื้นที่ [8]



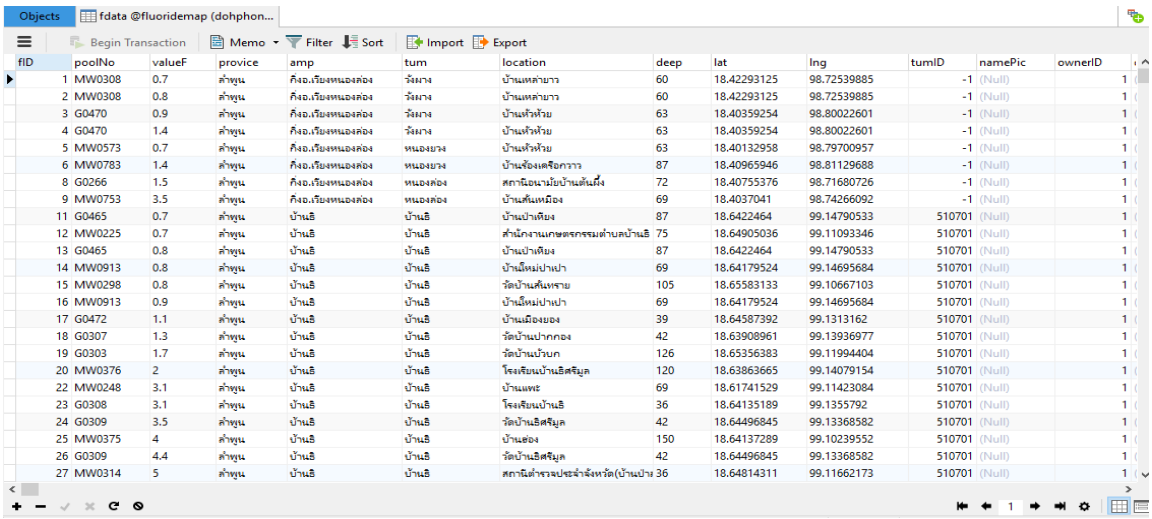
รูปที่ 7 แผนที่การปนเปื้อนฟลูออไรดของลุ่มน้ำ Dwarka ภายใน Birbhum รัฐเบงกอลตะวันตกอินเดีย

รูปแบบการแก้ไขปัญหาฟลูออไรด์สูงในน้ำบริโภค[4,7]

- การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยระบบรีเวอส์ออสโมซีส(RO)
- การหาแหล่งน้ำดิบใหม่ที่มีฟลูออไรด์ต่ำ เช่น แหล่งน้ำผิวดิน, บ่อน้ำตื้น
- การร่วมมือกับระบบประปาในระดับเมืองหรือภูมิภาค
- การผสมกับน้ำที่มีฟลูออไรด์ต่ำ
- การหาแหล่งน้ำทางเลือกอื่นๆที่ปลอดภัย
- การใช้น้ำฝน
- การกำจัดฟลูออไรด์จากน้ำ(Defluoridation) โดยใช้เทคนิคที่เหมาะสม
-การป้องกันมลพิษทางอุตสาหกรรมด้วยการบังคับใช้ขั้นตอนการลดมลพิษฟลูออไรด์ในอุตสาหกรรม

การแสดงแผนที่ฟลูออไรด์ (Mapping of fluoride)

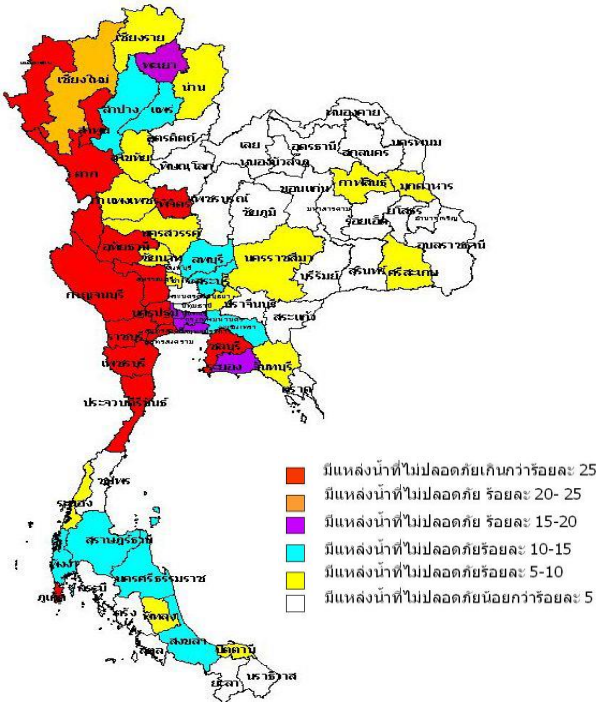
การจัดทำ Web Application โดยใช้โปรแกรม Yii2 Framework และ Mobile Application โดยใช้โปรแกรม IONIC3 Framework เชื่อมต่อฐานข้อมูล MySQL ในขั้นตอนแรก Download และติดตั้ง Yii2 Framework ลงใน Web Server ที่มี Apache & MySQL หรืออาจติดตั้ง IONIC3 Framework ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ออกแบบส่วนแสดงผลในรูปแบบตาราง กราฟ และแผนที่ โดยการเชื่อมต่อระหว่าง Yii2 Framework หรือ IONIC3 Framework กับฐานข้อมูล Fluoride map MySQL ที่ได้จากการกรอกข้อมูลในฟอร์ม LabVIEW



fID	poolNo	valueF	provice	amp	tum	location	deep	lat	lng	tumID	namePic	ownerID
1	MW0308	0.7	ลำพูน	กิ่งอ.เวียงหนองล่อง	วังผาง	บ้านแหล่ายาว	60	18.42293125	98.72539885	-1	(Null)	1
2	MW0308	0.8	ลำพูน	กิ่งอ.เวียงหนองล่อง	วังผาง	บ้านแหล่ายาว	60	18.42293125	98.72539885	-1	(Null)	1
3	G0470	0.9	ลำพูน	กิ่งอ.เวียงหนองล่อง	วังผาง	บ้านแห้วห้วย	63	18.40359254	98.80022601	-1	(Null)	1
4	G0470	1.4	ลำพูน	กิ่งอ.เวียงหนองล่อง	วังผาง	บ้านแห้วห้วย	63	18.40359254	98.80022601	-1	(Null)	1
5	MW0573	0.7	ลำพูน	กิ่งอ.เวียงหนองล่อง	หนองยวง	บ้านแห้วห้วย	63	18.40132958	98.79700957	-1	(Null)	1
6	MW0783	1.4	ลำพูน	กิ่งอ.เวียงหนองล่อง	หนองยวง	บ้านแจ้องเคร็อกวารา	87	18.40965946	98.81129688	-1	(Null)	1
8	G0266	1.5	ลำพูน	กิ่งอ.เวียงหนองล่อง	หนองล่อง	สถานีอนามัยบ้านต้นเกี๋ง	72	18.40755376	98.71680726	-1	(Null)	1
9	MW0753	3.5	ลำพูน	กิ่งอ.เวียงหนองล่อง	หนองล่อง	บ้านต้นเหมือง	69	18.4037041	98.74266092	-1	(Null)	1
11	G0465	0.7	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	บ้านป่าเหียง	87	18.6422464	99.14790533	510701	(Null)	1
12	MW0225	0.7	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	สำนักงานเกษตรกรรมตำบลบ้านธิ	75	18.64905036	99.11093346	510701	(Null)	1
13	G0465	0.8	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	บ้านป่าเหียง	87	18.6422464	99.14790533	510701	(Null)	1
14	MW0913	0.8	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	บ้านใหม่ป่าเปา	69	18.64179524	99.14695684	510701	(Null)	1
15	MW0298	0.8	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	วัดบ้านต้นหราย	105	18.65583133	99.10667103	510701	(Null)	1
16	MW0913	0.9	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	บ้านใหม่ป่าเปา	69	18.64179524	99.14695684	510701	(Null)	1
17	G0472	1.1	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	บ้านเมืองยอง	39	18.64587392	99.1313162	510701	(Null)	1
18	G0307	1.3	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	วัดบ้านปากกอง	42	18.63908961	99.13936977	510701	(Null)	1
19	G0303	1.7	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	วัดบ้านบ้านก	126	18.65356383	99.11994404	510701	(Null)	1
20	MW0376	2	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	โรงเรียนบ้านธิศรีมูล	120	18.63863665	99.14079154	510701	(Null)	1
22	MW0248	3.1	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	บ้านแพะ	69	18.61741529	99.11423084	510701	(Null)	1
23	G0308	3.1	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	โรงเรียนบ้านธิ	36	18.64135189	99.1355792	510701	(Null)	1
24	G0309	3.5	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	วัดบ้านธิศรีมูล	42	18.64496845	99.13368582	510701	(Null)	1
25	MW0375	4	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	บ้านล่อง	150	18.64137289	99.10239552	510701	(Null)	1
26	G0309	4.4	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	วัดบ้านธิศรีมูล	42	18.64496845	99.13368582	510701	(Null)	1
27	MW0314	5	ลำพูน	บ้านธิ	บ้านธิ	สถานีตำรวจประจำจังหวัด(บ้านป่าง	36	18.64814311	99.11662173	510701	(Null)	1

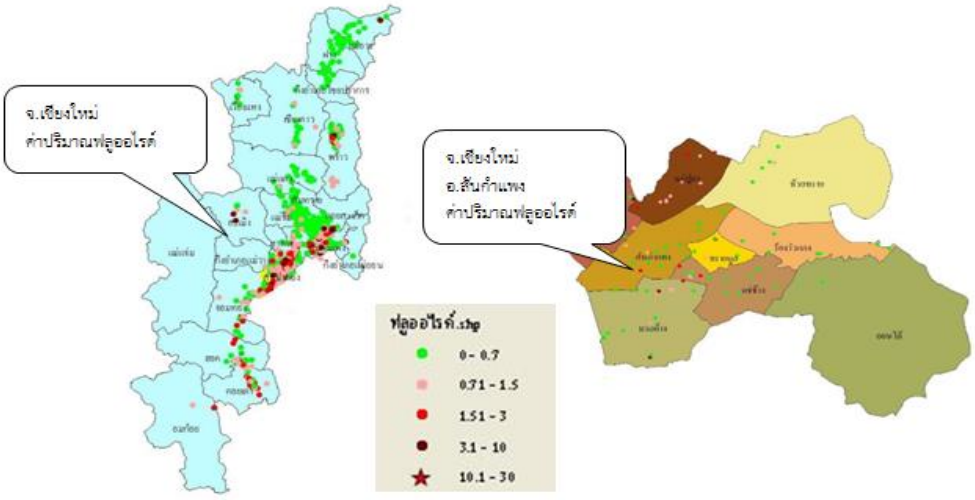
รูปที่ 8 แสดงการเชื่อมต่อฐานข้อมูล Fluoride map MySQL ที่ได้จากการกรอกข้อมูลในฟอร์ม LabVIEW

การติดตั้งและตั้งค่า Yii2 google maps library หรือ IONIC3 Framework เพื่อเรียกแผนที่ให้แสดงผลค่าปริมาณฟลูออไรด์ในแต่ละดับตามเฉดสีเรียงตามค่าปริมาณฟลูออไรด์จากน้อยไปมาก โดยช่วงที่ปลอดภัย คือ 0 – 0.70 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 9 ภาพจังหวัดจำแนกตามร้อยละของแหล่งน้ำบาดาลที่มีฟลูออไรด์ที่อยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค

เมื่อชี้ข้อมูลตามแต่ละตำแหน่งเฉดสีที่มาจากตำแหน่ง latitude longitude ก็สามารถแสดงรายละเอียดขึ้นมาเป็นหน้าต่างตำแหน่งที่ตั้งและปริมาณค่าฟลูออไรด์ในภาพรวมระดับประเทศ จังหวัด อำเภอ ตำบล



รูปที่ 10 ปริมาณฟลูออไรด์ระดับจังหวัดและอำเภอตามเฉดสี

วัตถุประสงค์

1.เพื่อจัดทำแผนที่ความเสี่ยงฟลูออไรด์และสภาวะฟันตกกระ โดยใช้ข้อมูลปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคและสภาวะฟันตกกระในเขตสุขภาพที่1

2.เพื่อศึกษารูปแบบการแก้ไขปัญหาฟลูออไรด์ในน้ำบริโภคพื้นที่เขตสุขภาพที่1

เป้าหมาย ผลผลิตและตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ:

เป้าหมาย/ผลผลิตของโครงการ	**จำนวน**	**หน่วยนับ**
1.แอพพลิเคชั่นแผนที่ฟลูออไรด์	1	แอพพลิเคชั่น
2.ชุมชนต้นแบบในการดำเนินการแก้ไขปัญหาฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค	5	ชุมชน
3.ผลงานวิจัยถูกนำไปเผยแพร่แหล่งต่างๆ เช่น เวปไซด์,จดหมายข่าว, วารสาร หรือนำเสนอในเวทีประชุมวิชาการต่างๆ ฯลฯ	1	เรื่อง
9.2 ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ	**จำนวน**	**หน่วยนับ**
เชิงปริมาณ : ภาคีเครือข่ายได้รับองค์ความรู้ผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับปริมาณฟลูออไรด์สูงจากน้ำบริโภค หรือได้รับการพัฒนาศักยภาพในแก้ไขปัญหาฟลูออไรด์ในน้ำบริโภค	800	คน
เชิงคุณภาพ : ร้อยละผู้เข้าร่วมประชุมมีความพึงพอใจต่อการประชุมฯ	80	ร้อยละ
เชิงเวลา : ร้อยละความสำเร็จดำเนินงานเสร็จตามเวลา	80	ร้อยละ

วิธีการดำเนินงาน

1.วิเคราะห์สถานการณ์ และสภาพปัญหาในพื้นที่เสี่ยง จังหวัดเขตสุขภาพที่1

2.ประสานงานกับหน่วยงาน และพื้นที่ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงาน

3.พัฒนาเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลสภาวะฟันตกกระและพฤติกรรมการบริโภคน้ำและเก็บตัวอย่างน้ำบริโภคของชุมชนและพิกัดประปาหมู่บ้าน

4.เก็บรวบรวมตัวอย่างน้ำและสภาวะฟันตกกระ พื้นที่เขตสุขภาพที่1จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณฟลูออไรด์ในโดยวิธี Electrode method (Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 16th edition) ใช้เครื่อง Ion Selective Electrode ORION model 4 star ในห้องปฏิบัติการศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ

5.นำข้อมูลที่ได้จากประมวลผลมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อลงพิกัดของแหล่งน้ำฟลูออไรด์บนแผนที่ประเทศ ไทยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป สถิติที่ใช้ คือ การแจกแจงความถี่, ค่าร้อยละค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย, ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ฯลฯ โดยการจัดทำแผนที่ฟลูออไรด์พื้นที่เขตสุขภาพที่1 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

-จำแนกข้อมูลในพื้นที่ โดยใช้ค่าปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำที่สูงกว่า 0.70 มิลลิกรัม/ลิตร(ค่ามาตรฐานกรมอนามัย ต้องไม่เกิน 0.70 มิลลิกรัม/ลิตร) เป็นค่าปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำที่ไม่ปลอดภัย

- ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำที่มากกว่า 3.00 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นค่าที่จะทำให้เกิดเป็นพิษต่อกระดูก

- กำหนดสีของแต่ละช่วงและนำลงในแผนที่โดยใช้แผนที่ฐานจากโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) จัดทำแผนที่ฟลูออไรด์โดยการนำข้อมูลปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำซ้อนในแผนที่ Google map โดยแบ่งช่วงปริมาณฟลูออไรด์ ดังนี้

ปริมาณฟลูออไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	สัญลักษณ์
0.10 - 0.70	
0.71 –1.50	
1.51 – 3.00	
3.01 - 10.0	
มากกว่า 10.0	

6. การเก็บรวบรวมข้อมูลฟันตกกระในเด็กนักเรียนประถมศึกษาพื้นที่จังหวัดเขตสุขภาพที่1 (ข้อมูลบางส่วนได้จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด และบางส่วนจากการเก็บรวบรวมข้อมูลของศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ) โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์ดัชนีฟันตกกระของ Dean

	รหัส	การประเมิน
0	ปกติ	เคลือบฟันเรียบ มัน มีสีขาวออกครีมอ่อนๆ
1	สงสัย	เริ่มมีจุดขาวเล็กน้อยที่ผิวเคลือบฟันโดยสังเกตได้จากแสงที่ตกกระทบผิวฟัน
2	น้อยมาก	พบบริเวณเล็กๆที่มีเคลือบฟันขาวเหมือนกระดาษมีความขุ่นกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอบนตัวฟันแต่ครอบคลุม ไม่เกินร้อยละ 25 ของผิวฟันด้านติด ริมฝีปาก
3	เล็กน้อย	เคลือบฟันทึบแสงมากกว่าระดับ2 และครอบคลุมไม่เกินร้อยละ50 ของผิวฟัน
4	ปานกลาง	เคลือบฟันสึกมาก ติดสีน้ำตาลเป็นร่องรอยที่ไม่มีลักษณะที่แน่นอน
5	รุนแรง	ความผิดปกติที่รุนแรงมากที่ผิวฟัน และมีความบกพร่องของเคลือบฟันมากจนทำให้ฟันมีรูปร่างผิดปกติไป มีหลุม รอยสึก และ คราบสีน้ำตาลกระจายเป็นบริเวณกว้าง ฟันเป็นรอยเว้าๆแหว่งๆ และกร่อน

7.นำข้อมูลปริมาณฟลูออไรด์และสภาวะฟันตกกระซ้อนกันบนแผนที่ Google map เพื่อจัดทำแผนที่ความเสี่ยงฟลูออไรด์และฟันตกกระ

8.เสริมสร้างศักยภาพภาคีเครือข่ายในการเฝ้าระวังและจัดการปัญหาฟลูออไรด์และผลกระทบต่อสุขภาพเพื่อให้เกิดพลังชุมชนและขับเคลื่อน Health Literacy สู่ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงฟลูออไรด์

9.เยี่ยมเสริมพลังภาคีเครือข่ายเพื่อสนับสนุนการประชาคมและขับเคลื่อนกระบวนการแก้ไขปัญหา

10.ถอดบทเรียนปัจจัยความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาฟลูออไรด์ปนเปื้อนในน้ำบริโภคของชุมชน

11.สรุปผลการศึกษา และเผยแพร่ผลงาน

กิจกรรม/เป้าหมาย และประมาณการงบประมาณ

ลำดับ	กิจกรรม	เป้าหมาย	ระยะเวลาดำเนินการ	ประมาณการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)
1	เก็บรวบรวมข้อมูล : -ตัวอย่างน้ำบริโภค -สภาวะฟันตกกระ -พิกัดประปาหมู่บ้าน	1.น้ำบริโภค 2.นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่1-6 เขตสุขภาพที่1	ต.ค.62 -ธ.ค.62	1.ค่าที่พัก 2.ค่าเบี้ยเลี้ยง 3.น้ำมันเชื้อเพลิง 4.ค่าพาหนะเดินทาง 5.ค่าถ่ายเอกสาร	20,000
2	-คืนข้อมูลสถานการณ์ความเสี่ยงผลกระทบของฟลูออไรด์ต่อสุขภาพ, แผนที่ความเสี่ยงฟลูออไรด์ และเสนอรูปแบบการจัดการน้ำบริโภคในพื้นที่เสี่ยงที่ปนเปื้อนฟลูออไรด์ -เสริมสร้างศักยภาพภาคีเครือข่ายในการเฝ้าระวังและจัดการปัญหาฟลูออไรด์และผลกระทบต่อสุขภาพ เพื่อให้เกิดพลังชุมชนและขับเคลื่อน Health Literacy สู่ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงฟลูออไรด์	1.สาธารณสุขจังหวัด, สาธารณสุขอำเภอ, โรงพยาบาลชุมชน, โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 2.องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น, ผู้นำชุมชน, ผู้ดูแลระบบประปาหมู่บ้าน 3.อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน 4.ครู,นักเรียน,ประชาชนเขตสุขภาพที่1	ม.ค.63 -มี.ค.63	1.ค่าที่พัก 2.ค่าเบี้ยเลี้ยง 3.น้ำมันเชื้อเพลิง 4.ค่าอาหารกลางวัน อาหารว่างและเครื่องดื่ม 5.ค่าพาหนะเดินทาง	8,000
3	-กำกับ ติดตาม สนับสนุนทางวิชาการ แก่ชุมชน/องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อขับเคลื่อนการแก้ไขปัญหา -เยี่ยมเสริมพลังภาคีเครือข่ายเพื่อสนับสนุนการประชาคมและขับเคลื่อนกระบวนการแก้ไขปัญหา -ถอดบทเรียนปัจจัยความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาฟลูออไรด์ปนเปื้อนในน้ำบริโภคของชุมชน	1.สาธารณสุขจังหวัด, สาธารณสุขอำเภอ, โรงพยาบาลชุมชน, โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 2.องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น, ผู้นำชุมชน, ผู้ดูแลระบบประปาหมู่บ้าน, 3.อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน 4.ครู, นักเรียน, ประชาชน	เมย.- มิ.ย.63	1.ค่าที่พัก 2.ค่าเบี้ยเลี้ยง 3.น้ำมันเชื้อเพลิง 4.ค่าอาหารกลางวัน อาหารว่างและเครื่องดื่ม 5.ค่าพาหนะเดินทาง	8,000
4	สรุปและเผยแพร่ผลงานวิจัย	ผลงานวิจัยถูกนำไปเผยแพร่แหล่งต่างๆ เช่น เวปไซด์,จดหมายข่าว, วารสาร หรือนำเสนอในเวทีประชุมวิชาการต่างๆ ฯลฯ	ก.ค.- ก.ย.63	1.ค่าลงทะเบียน 2.ค่าจ้างพิมพ์โปสเตอร์	4,000
				รวมเป็นเงิน	40,000

หมายเหตุ : ค่าใช้จ่ายทุกรายการสามารถถัวเฉลี่ยจ่ายได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ :

1.ฐานข้อมูลฟลูออไรด์ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการป้องกัน ควบคุม และแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที รวมถึงบอกสำดับความสำคัญของปัญหา และนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาแก้ไขปัญหาฟลูออไรด์แบบมีส่วนร่วมกับชุมชนอย่างยั่งยืน

2.ภาคีเครือข่ายสามารถเฝ้าระวังและดำเนินการป้องกันและแก้ไขการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากฟลูออไรด์สูงในน้ำบริโภค ด้วยตัวเองอย่างได้ผลและมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

3.ต้นแบบให้กับพื้นที่อื่นๆ ที่มีปัญหาฟลูออไรด์ เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้และขยายผลต่อไป

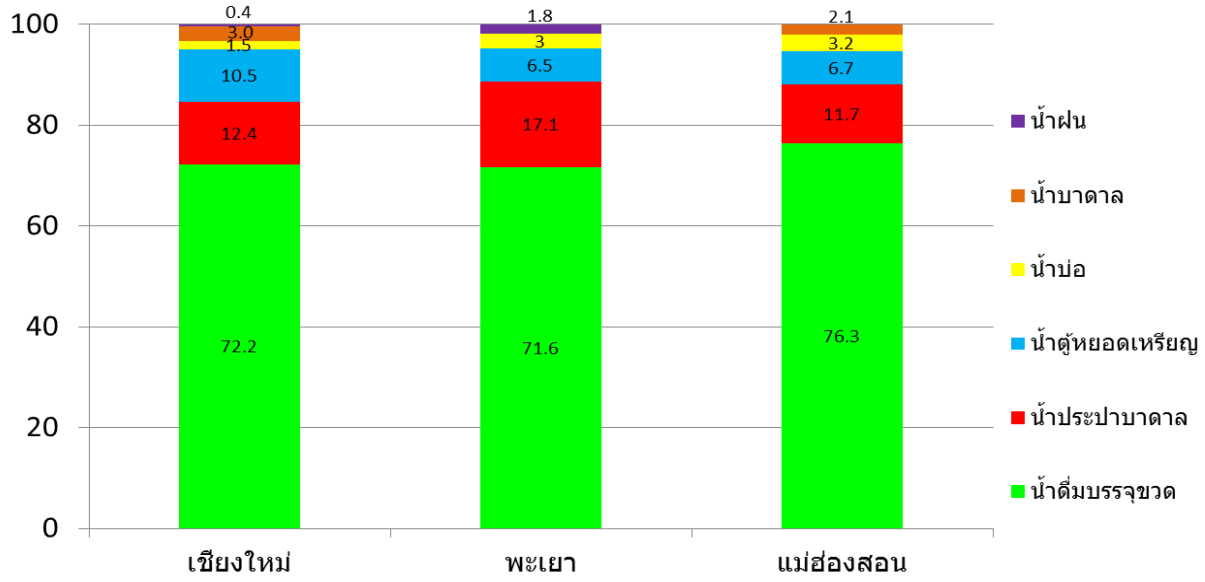
ผลการศึกษา

ตารางที่1 ข้อมูลทั่วไป(n=718)

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
จังหวัด		
-เชียงใหม่	266	23.5
-พะเยา	169	37.0
-แม่ฮ่องสอน	283	39.4
เพศ		
-ชาย	342	47.6
-หญิง	376	52.4

ตารางที่2 จำนวนและร้อยละของชนิดแหล่งน้ำดื่มจำแนกตามจังหวัด

ชนิดแหล่งน้ำดื่ม	เชียงใหม่	พะเยา	แม่ฮ่องสอน
น้ำดื่มบรรจุขวด	192(72.2)	121(71.6)	216(76.3)
น้ำประปาบาดาล	33(12.4)	29(17.1)	33(11.7)
น้ำตู้หยอดเหรียญ	28(10.5)	11(6.5)	19(6.7)
น้ำบ่อ	4(1.5)	5(3.0)	9(3.2)
น้ำบาดาล	8(3.0)	-	6(2.1)
น้ำฝน	1(0.4)	3(1.8)	-
รวม	266	283	169



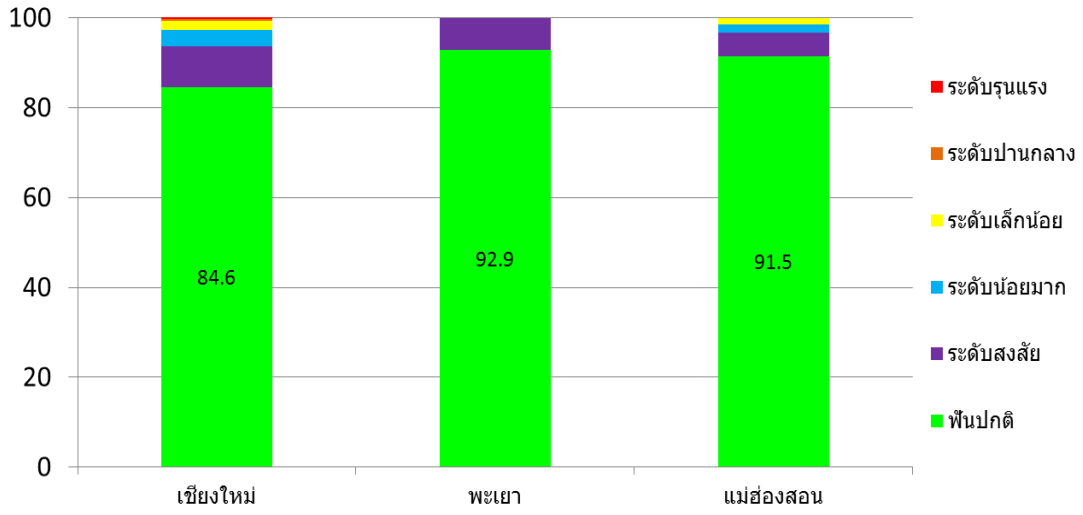
รูปที่1 ร้อยละของชนิดแหล่งน้ำดื่มจำแนกตามจังหวัด

ตารางที่3 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้น้ำดื่มจากแหล่งต่างๆ จำแนกตามจังหวัดและปริมาณฟลูออไรด์

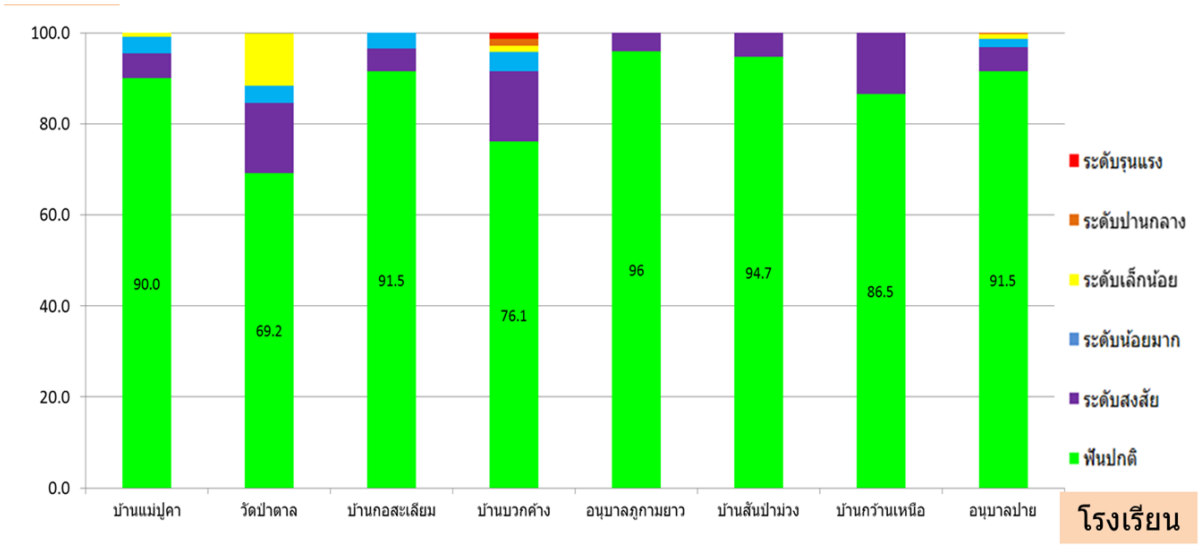
จังหวัด	น้ำดื่ม		ฟลูออไรด์(mg/l) ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	รวม
	F ≤ 0.70 (mg/l) จำนวน(ร้อยละ)	F > 0.70 (mg/l) จำนวน(ร้อยละ)		
เชียงใหม่	198(74.4)	68(25.6)	0.10-5.90	266
พะเยา	161(95.3)	8(4.7)	0.10-1.30	169
แม่ฮ่องสอน	271(95.8)	12(4.2)	0.10-1.05	283

ตารางที่4 จำนวนและร้อยละของเด็กที่เป็นฟันตกกระจำแนกตามจังหวัดและระดับความรุนแรงของฟันตกกระ

จังหวัด	จำนวนเด็ก (คน)	จำนวนและร้อยละเด็กที่ไม่เป็นฟันตกกระ n(%)	จำนวนและร้อยละของเด็กที่เป็นฟันตกกระจำแนกตามระดับความรุนแรง				
			สงสัย n(%)	น้อยมาก n(%)	เล็กน้อย n(%)	ปานกลาง n(%)	รุนแรง n(%)
เชียงใหม่	266	225(84.6)	24(9.0)	10(3.8)	5(1.9)	1(0.4)	1(0.4)
พะเยา	169	157(92.9)	12(7.1)	-	-	-	-
แม่ฮ่องสอน	283	259(91.5)	15(5.3)	5(1.8)	4(1.4)	-	-



รูปที่2 ร้อยละของเด็กที่เป็นฟันตกกระจำแนกตามจังหวัดและระดับความรุนแรงของฟันตกกระ



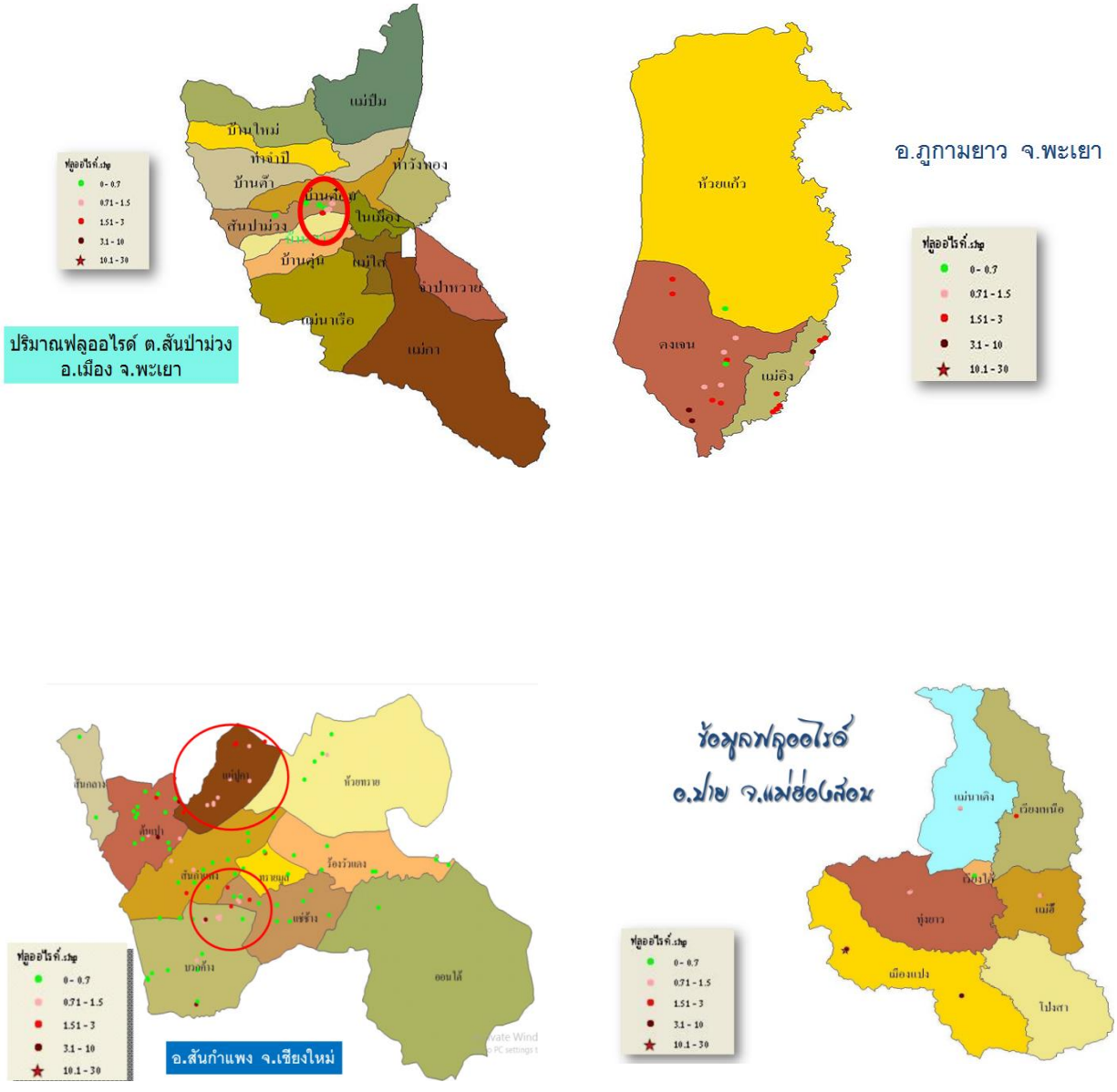
รูปที่3 ร้อยละของเด็กที่เป็นฟันตกกระจำแนกตามโรงเรียนและระดับความรุนแรงของฟันตกกระ

การจัดทำแผนที่ฟลูออไรด์ประปาหมู่บ้าน มีขั้นตอนดังนี้

- จำแนกข้อมูลในพื้นที่ โดยใช้ค่าปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำที่สูงกว่า 0.70 มิลลิกรัม/ลิตร (ค่ามาตรฐานกรมอนามัย ต้องไม่เกิน 0.70 มิลลิกรัม/ลิตร) เป็นค่าปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำที่ไม่ปลอดภัย
- กำหนดสีของแต่ละช่วงและนำลงในแผนที่โดยใช้แผนที่ฐานจากโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) จัดทำแผนที่ฟลูออไรด์โดยการนำข้อมูลปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำซ้อนในแผนที่ Google map โดยแบ่งเกณฑ์ปริมาณฟลูออไรด์ ดังนี้

ตารางแสดงการแบ่งเกณฑ์ปริมาณฟลูออไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) และสัญลักษณ์

ปริมาณฟลูออไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	สัญลักษณ์
0.10 - 0.70	●
0.71 – 1.50	●
1.51 – 3.00	●
3.01 - 10.0	●
มากกว่า 10.0	★



รูปที่3 แผนที่ฟลูออไรด์

เอกสารอ้างอิง

[1] WHO Expert Committee on Oral Health Status and Fluoride Use : Fluoride and oral health : report of a WHO Expert committee on Oral Health Status and Fluoride Use, Geneva ; WHO Technical Report series 846 : 2 - 4, 1994.

[2] ศูนย์ทันตสาธารณสุขระหว่างประเทศ, ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต10และศูนย์อนามัย สิ่งแวดล้อมเขต10, ปัญหาและการแก้ไขปัญหาการได้รับฟลูออไรด์มากเกินไป, พิมพ์ครั้งที่1, เชียงใหม่ : บี เอส การพิมพ์, 2545

[3] นิภาพรรณ โอศิริพันธุ์, “การรับรู้สภาวะฟันตกกระของประชาชนในตำบลดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่”, การค้นคว้าแบบอิสระปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2543.

[4] Ene Indermitte, Astrid Saava and Enn Karro, “Exposure to High Fluoride Drinking Water and of Risk Dental Fluorosis in Estonia”, Int. J. Environ. Res. Public Health 2009, 710-721.

[5] Gopalan Viswanathana, A. Jaswantha, S. Gopalakrishnanb and S. Siva ilangoc, “Mapping of fluoride endemic areas and assessment of fluoride exposure”, Science of The Total Environment, Volume 407, Issue 5, 15 February 2009, Pages 1579-1587.

[6] Lorraine D. Rajasooriyar, Eline Boelee, Mauro C.C.M. Prado and Kevin M. Hiscock, “Mapping the potential human health implications of groundwater pollution in southern Sri Lanka”, Water Resources and Rural Development, Volumes 1–2, November 2013, Pages 27-42

[7] Piddennavar R, Pushpanjali K. Review on Defluoridation Techniques of Water. The International Journal of Engineering And Science. 2013;2(3):86–94.

[8] Raju Thapa, Srimanta Gupta and D.V. Reddy, “Application of geospatial modelling technique in delineation of fluoride contamination zones within Dwarka Basin, Birbhum, India”, Geoscience Frontiers, Volume 8, Issue 5, September 2017, 1105-1114.