**วารสารสาธารณสุขและการพัฒนา**
**ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2553**

# การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพในการบริโภคน้ำประปาที่ปนเปื้อนโลหะหนัก : กรณีศึกษาระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง

ธนาวัฒน์ รักกมล, วท.ม
คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพและการกีฬา
มหาวิทยาลัยทักษิณ
ปุญญพัฒน์ ไชยเมล์,ปร.ด
คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพและการกีฬา
มหาวิทยาลัยทักษิณ
สมเกียรติยศ วรเดช, วท.ม
คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพและการกีฬา
มหาวิทยาลัยทักษิณ
ชีระวิทย์ รัตนพันธ์, ปร.ด
สถาบันพัฒนาสุขภาพอาเซียน
มหาวิทยาลัยมหิดล

**ติดต่อเกี่ยวกับบทความ**
ชีระวิทย์ รัตนพันธ์, ปร.ด
สถาบันพัฒนาสุขภาพอาเซียน
มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : adcheerawit@mahidol.ac.th
รับต้นฉบับวันที่ 24 พฤษภาคม 2553
รับลงตีพิมพ์วันที่ 30 กรกฎาคม 2553

## บทคัดย่อ

ธนาวัฒน์ รักกมล ปุญญพัฒน์ ไชยเมล์ สมเกียรติยศ วรเดช ชีระวิทย์ รัตนพันธ์. การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพในการบริโภคน้ำประปาที่ปนเปื้อนโลหะหนัก : กรณีศึกษาระบบ ผลิตน้ำประปา หมู่บ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง. ว.สาธารณสุข และการพัฒนา, 2553; 8(2) : 159-171.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพในการบริโภคน้ำประปาที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักจากระบบผลิตน้ำประปา หมู่บ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง โดยทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 3 แห่ง ตามระยะทางของเส้นท่อส่งน้ำ คือ ต้นท่อ กลางท่อ และปลายท่อ ซึ่งแยกเก็บตัวอย่างตามฤดูกาลละครั้ง คือ ฤดูฝน (เดือนพฤศจิกายน 2551) และฤดูแล้ง (เดือนพฤษภาคม 2552) แล้วทำการศึกษาปริมาณโลหะหนัก 9 พารามิเตอร์ ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว ปรอท และสารหนู

ผลการศึกษาพบว่า น้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลามีการปนเปื้อนโลหะหนัก ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี แต่ไม่พบแคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว ปรอท และสารหนูทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง อีกทั้งพบว่าปริมาณเหล็กเท่านั้นที่เกินมาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 8.33 ในบริเวณต้นท่อ และกลางท่อของฤดูฝน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.732 และ 0.700 มก./ล. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ฤดูกาลมีผลต่อการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.003$) ท้ายสุดได้ทำการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพในการบริโภคน้ำประปาจากการปนเปื้อนโลหะหนักภาพรวมทุกแห่งเท่ากับ $8.17X10^{-3}$ โดยพบว่าค่าดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ คือยังปลอดภัยต่อผู้บริโภค

**คำสำคัญ** การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ น้ำบริโภค โลหะหนัก ระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน

Journal of Public Health and Development
Vol. 8 No. 2 May - August 2010

# Health Risk Assessment for Exposure to Heavy Metals in Tap Water : Case study of Tamla Village Tap Water System, Lankhoy Sub-District, Paprayoom District, Phatthalung Province

## ABSTRACT

Rakkamon T., Chaimay B., Woradet S., Rattanapan C. Health Risk Assessment for Exposure to Heavy Metals in Tap Water : Case study of Tamla Village Tap Water System, Lankhoy Sub-District, Paprayoom District, Phatthalung Province. J Pub. Health Dev. 2010; 8(2) : 159-171.

The purpose of this study was to assess the health risk from exposure to tap water contaminated with heavy metals in the village tap water system of Tamla Village, Lankhoy Sub-District, Paprayoom district, Phatthalung Province. Water samples were collected from the beginning, middle and end of the pipeline. Water samples were also collected at different times, in the rainy (November, 2008) and dry seasons (May, 2009). The samples were then investigated for elements of the following nine heavy metals: iron, manganese, copper, zinc, cadmium, chromium, lead, mercury and arsenic.

The results showed that the village tap water was contaminated with some heavy metals, namely: iron, manganese, copper, and zinc. However, cadmium, chromium, lead, mercury and arsenic were not found in either season. It was also found that average iron concentrations in the rainy season at the beginning and end of the pipeline were 0.736 mg/l and 0.700 mg/l, respectively, which exceeded the water quality standard by about 8.33%. The results showed that the season was significantly associated with tap water contamination by heavy metals (p-value = 0.003). Finally, the overall of health risk value for tap water contaminated with heavy metals was $8.17X10^{-3}$, which was acceptable and safe for consumption.

**Keywords** Health risk assessment Drinking water Heavy metals Village tap water system

**บทนำ**

การดำรงชีวิตของมนุษย์จำเป็นอย่างยิ่งในการต้องการอากาศ น้ำ และอาหาร ซึ่งประกอบด้วย ธาตุอาหารปริมาณน้อย ที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการชีวเคมีของร่างกาย[1-3] โดยธาตุอาหารปริมาณน้อย (Trace elements) ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn) แต่หากมนุษย์กินอาหาร หรือดื่มน้ำที่มีปริมาณโลหะปริมาณน้อย เกินกว่าร่างกายจะรับได้ก็จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ ยกตัวอย่าง เช่น การดื่มน้ำที่มีปริมาณเหล็กในปริมาณน้อยถือว่าร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ แต่หากมีการสะสมปริมาณเหล็กในร่างกายปริมาณสูงก็จะทำให้เกิดโทษต่อร่างกาย โดยมีรายงานว่าปริมาณเหล็กสูงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเซลล์บริเวณไต เป็นพิษต่อไต และเป็นมะเร็งเกี่ยวกับไต[4-6] หรือการดื่มน้ำที่มีปริมาณทองแดง และแมงกานีส ในระดับสูงมีผลต่อการทำงานของระบบประสาทอีกด้วย[5] นอกจากนี้การดื่มน้ำที่มีปริมาณแมงกานีสสูงยังมีผลกระทบเกี่ยวกับการสูญเสียหน้าที่การทำงานเกี่ยวกับสติปัญญาในเด็ก 10 ปีในประเทศบังกลาเทศ[7] ส่วนการดื่มน้ำที่มีปริมาณอลูมิเนียม (Al) สูงมีผลต่อการทำให้เกิดโรคจิตเสื่อมซึ่งมีการยืนยันจากหน่วยงาน Alzheimer's disease organization[8-11]

พื้นที่บ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง เป็นพื้นที่หนึ่งที่มีระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านเพื่อนำมาใช้ในการอุปโภคและบริโภค โดยบ้านถ้ำลามีประชากรทั้งสิ้น 667 คนในปี พ.ศ. 2550 [12] ซึ่งจากรายงานการฝึกปฏิบัติงานภาคสนามของนิสิตคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพและการกีฬาชั้นปีที่ 4 ของมหาวิทยาลัยทักษิณ พ.ศ. 2550 พบว่า ปัญหาน้ำประปาไม่สะอาดในหมู่บ้าน เป็นปัญหาที่สำคัญ 1 ใน 5 ของตำบลลานข่อย [13]และจากการสังเกตเบื้องต้นของคณะผู้วิจัย พบว่า สีของน้ำประปาโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนมีสีแดงคล้ายสนิมเหล็ก ทั้งนี้จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาที่ดำเนินการอยู่มีคุณภาพน้ำที่ไม่ได้มาตรฐาน และอาจมีการปนเปื้อนโลหะหนักในกระบวนการผลิตน้ำประปาของหมู่บ้านได้

การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ (Health Risk Assessment) จากการบริโภคน้ำประปาที่มีโลหะหนักเป็นวิธีการหนึ่งที่จะป้องกันการเกิดโรคจากน้ำเป็นสื่อได้ โดยการประเมินความเสี่ยงเกี่ยวกับการได้รับโลหะหนักในแต่ละวันในน้ำดื่มนั้นสามารถพิจารณาได้จากความเข้มข้นและปริมาณการดื่ม [14-16] นอกจากนี้มีรายงานในเมือง Arizona ว่าระดับความเสี่ยงทางสุขภาพเกี่ยวเนื่องกับโลหะหนักในน้ำดื่มเกิดขึ้นจากการดื่มน้ำโดยตรง [17]

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโลหะหนักและประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพหากมีการบริโภคน้ำประปาที่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก เพื่อได้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค เพื่อนำไปใช้ในการปรับพฤติกรรมการบริโภคน้ำ และการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนบริโภค อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่ดูแลระบบผลิตน้ำประปาในการจัดการระบบผลิตน้ำประปาของหมู่บ้านถ้ำลา

**วิธีการศึกษา**

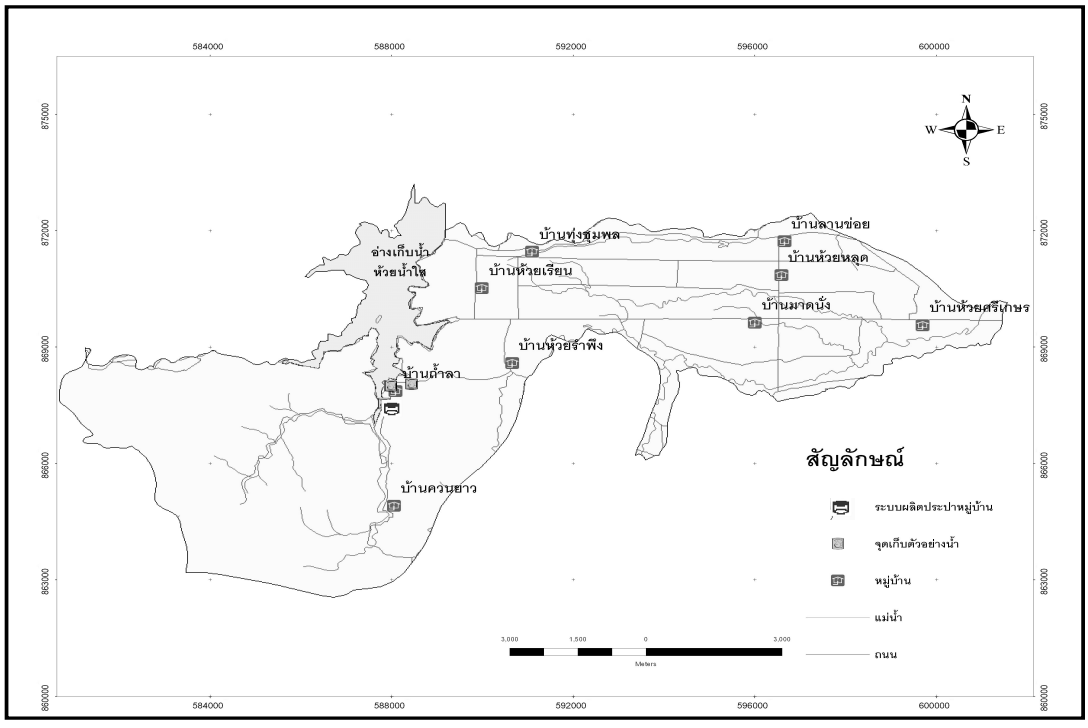
1. **การศึกษาคุณภาพน้ำด้านโลหะหนัก**

1.1 **พื้นที่ศึกษา**

หมู่บ้านถ้ำลาเป็นหมู่บ้านขนาดใหญ่ในตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง รายละเอียดพื้นที่หมู่บ้านถ้ำลาดังภาพที่ 1 โดยประชาชนส่วนใหญ่

Journal of Public Health and Development
Vol. 8 No. 2 May - August 2010

ในพื้นที่ใช้น้ำบริโภคจากระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลาที่อยู่ภายใต้การดำเนินงานของเทศบาลตำบลลานข่อย โดยแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำ ประปา คือ อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส ทั้งนี้จากการสังเกตเบื้องต้นในระหว่างการศึกษา พบว่า ผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่จะซื้อน้ำถังขนาด 20 ลิตร มาบริโภค เนื่องจากมีความกังวลในคุณภาพของน้ำประปา




**ภาพที่ 1** พื้นที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่างในระบบผลิตน้ำประปาบ้านถ้ำลา อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง

**1.2 จุดเก็บตัวอย่างและวิธีการเก็บตัวอย่าง**

การศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำประปาจากระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลา ดำเนินการเก็บตัวอย่างแบบมีเงื่อนไข (Inclusion Criteria) คือ อิงตามระยะทางของเส้นท่อส่งน้ำประปา คือ ต้นท่อ กลางท่อ และปลายท่อ (ดังภาพที่ 2) โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปาโดยวิธีแบบแยก (Grab Sampling) จากก๊อกน้ำโดยตรงจำนวนจุดละ 3 ตัวอย่างแล้วเก็บรักษาตัวอย่างโดยการแช่ ในน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิ และทำการเก็บตัวอย่าง จำนวน 2 ครั้ง คือ ในช่วงฤดูฝน 1 ครั้ง (เดือนพฤศจิกายน 2551) และในช่วงฤดูแล้ง 1 ครั้ง (เดือนพฤษภาคม 2552)

(1) ต้นท่อ (2) กลางท่อ (3) ปลายท่อ

**ภาพที่ 2** จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปาตามระยะทางของท่อส่งน้ำในพื้นที่บ้านถ้ำลา อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง

**1.3 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์**

ตัวอย่างน้ำประปาถูกนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทาง ด้านโลหะหนักทั้งหมด 9 พารามิเตอร์ ได้แก่ เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), ทองแดง (Cu), สังกะสี (Zn), แคดเมียม (Cd), โครเมียม (Cr), ตะกั่ว (Pb), ปรอท (Hg) และสารหนู (As) ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์ตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Edition [18] ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 สำหรับตัวอย่างน้ำจะเก็บรักษาด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล**

นำข้อมูลปริมาณของโลหะหนักในน้ำประปาและอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใสมาหาค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักแล้วนำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของกรมอนามัย พ.ศ. 2543 เพื่อตรวจสอบคุณภาพและความปลอดภัยของน้ำบริโภค นอกจากนี้ยังใช้สถิติแบบ The wilcoxon matched pairs signed-ranks test เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของฤดูกาลระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง

Journal of Public Health and Development
Vol. 8 No. 2 May - August 2010

**ตารางที่ 1** พารามิเตอร์โลหะหนักและวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

| พารามิเตอร์โลหะหนัก | วิธีวิเคราะห์ |
|---|---|
| 1. เหล็ก (Fe) | Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer |
| 2. แมงกานีส (Mn) | Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer |
| 3. ทองแดง (Cu) | Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer |
| 4. สังกะสี (Zn) | Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer |
| 5. แคดเมียม (Cd) | Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer |
| 6. โครเมียม (Cr) | Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer |
| 7. ตะกั่ว (Pb) | Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer |
| 8. ปรอท (Hg) | Cold vapor technique mercury analyzer |
| 9. สารหนู (As) | Silver Diethyldithiocarbamate method |

**2. การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากการบริโภค**

การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพในกรณีที่มีการนำน้ำประปามาบริโภคตามโครงการน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งสามารถประเมินได้จากค่า Hazard Quotient (HQ) ตามเกณฑ์ของ USEPA[19] นั้น คำนวณจากปริมาณผู้บริโภคได้รับปริมาณโลหะหนักต่อวัน (Average Daily Dose, ADD) รายละเอียดดังตารางที่ 2 จากนั้นนำมาหารด้วยค่ามาตรฐานความปลอดภัยจากการบริโภค (Acceptable Daily Intake, ADI) ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มของกรมอนามัย[20] ซึ่งหากค่า HQ มากกว่า 1 แสดงว่าปริมาณโลหะหนัก โดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับเกินค่าความปลอดภัยหรือถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

**ตารางที่ 2** ตัวแปรในการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ

| ลำดับ | ตัวแปร | ความหมาย | ค่าที่ใช้ในการคำนวณ |
|---|---|---|---|
| 1 | C | ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำ | ผลการวิเคราะห์ (มิลลิกรัม/ลิตร)* |
| 2 | IR | อัตราการดื่มน้ำ | 2 ลิตร/คน/วัน** |
| 3 | EF | ความถี่ในการสัมผัส | 365 วัน/ปี*** |
| 4 | ED | ช่วงระยะเวลาในการสัมผัส | 70 ปี*** |
| 5 | BW | น้ำหนักร่างกาย | 65 กิโลกรัม*** |
| 6 | AT | ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยที่สัมผัส | 25,550 วัน*** |

สูตรการคำนวณ $ADD = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT}$ และสูตรคำนวณ $HQ = \frac{ADD}{ADI}$

**หมายเหตุ** * อ้างอิงจาก ผลการวิเคราะห์จริง
** อ้างอิงจาก ธีรพล คังคะเกตุ[21]
*** อ้างอิงจาก กรมอนามัย[22]

**ผลการศึกษา**

**1. การศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำประปา**

น้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลา มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) แต่ไม่พบ แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ตะกั่ว(Pb) ปรอท (Hg) และสารหนู (As) โดยปริมาณโลหะที่ตรวจพบมีดังนี้

**1.1 เหล็ก (Fe)**

ปริมาณเหล็กในอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.909 และ 0.166 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนปริมาณเหล็กในน้ำประปาปลายท่อที่ตรวจพบในช่วงฤดูฝนที่บริเวณต้นท่อ กลางท่อ และปลายท่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.732, 0.700 และ 0.092 มก./ล. ตามลำดับ ดังภาพที่ 3a ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้ถึงแนวโน้ม ในการเพิ่มขึ้นของปริมาณเหล็กเล็กน้อยจากบริเวณต้นท่อถึงปลายท่อ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปา กรมอนามัย พ.ศ. 2543 พบว่า มีปริมาณเกินมาตรฐานที่บริเวณต้นท่อและกลางท่อเท่านั้น (ค่ามาตรฐานเหล็กไม่เกิน 0.5 mg/L)

**1.2 ทองแดง (Cu)**

ปริมาณทองแดงในอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.002 และ 0.001 มก./ล. ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณทองแดงที่ตรวจพบทั้งสองฤดูมีปริมาณที่น้อยและใกล้เคียงกัน โดยในช่วงฤดูฝนตรวจพบปริมาณทองแดงในบริเวณต้นท่อกลางท่อและปลายท่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.006, 0.002 และ 0.002 มก./ล. ตามลำดับ ดังภาพที่ 3b และในช่วงฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.002, 0.001 และ 0.001 มก./ล. ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 ฤดูกาลมีปริมาณทองแดงไม่เกินค่ามาตรฐาน (ค่ามาตรฐานทองแดงไม่เกิน 1 มก./ล)

**1.3 แมงกานีส (Mn)**

ปริมาณแมงกานีสในอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.016 และ 0.010 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งในบริเวณต้นท่อ กลางท่อ และปลายท่อ ดังภาพที่ 3c และพบว่าทั้ง 2 ฤดูกาล มีปริมาณแมงกานีสไม่เกินค่ามาตรฐาน (ค่ามาตรฐานแมงกานีสไม่เกิน 0.3 มก./ล) และเมื่อพิจารณาในช่วงฤดูฝนจะเห็นว่า มีปริมาณสูงกว่าฤดูแล้งเช่นเดียวกับเหล็ก

**1.4 สังกะสี (Zn)**

ปริมาณสังกะสีในอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส ตรวจพบเฉพาะในช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.004 มก./ล. ส่วนปริมาณสังกะสีที่ตรวจพบในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งในบริเวณต้นท่อ กลางท่อ และปลายท่อ ดังภาพที่ 3d จะเห็นได้ว่าปริมาณสังกะสีสูงกว่าแหล่งน้ำดิบ ทั้งนี้อาจมีการสะสมของสังกะสีในบริเวณท่ออยู่ก่อนแล้ว และพบว่าทั้ง 2 ฤดูกาลมีปริมาณสังกะสีไม่เกินค่ามาตรฐาน (ค่ามาตรฐานสังกะสีไม่เกิน 3 มก./ล)

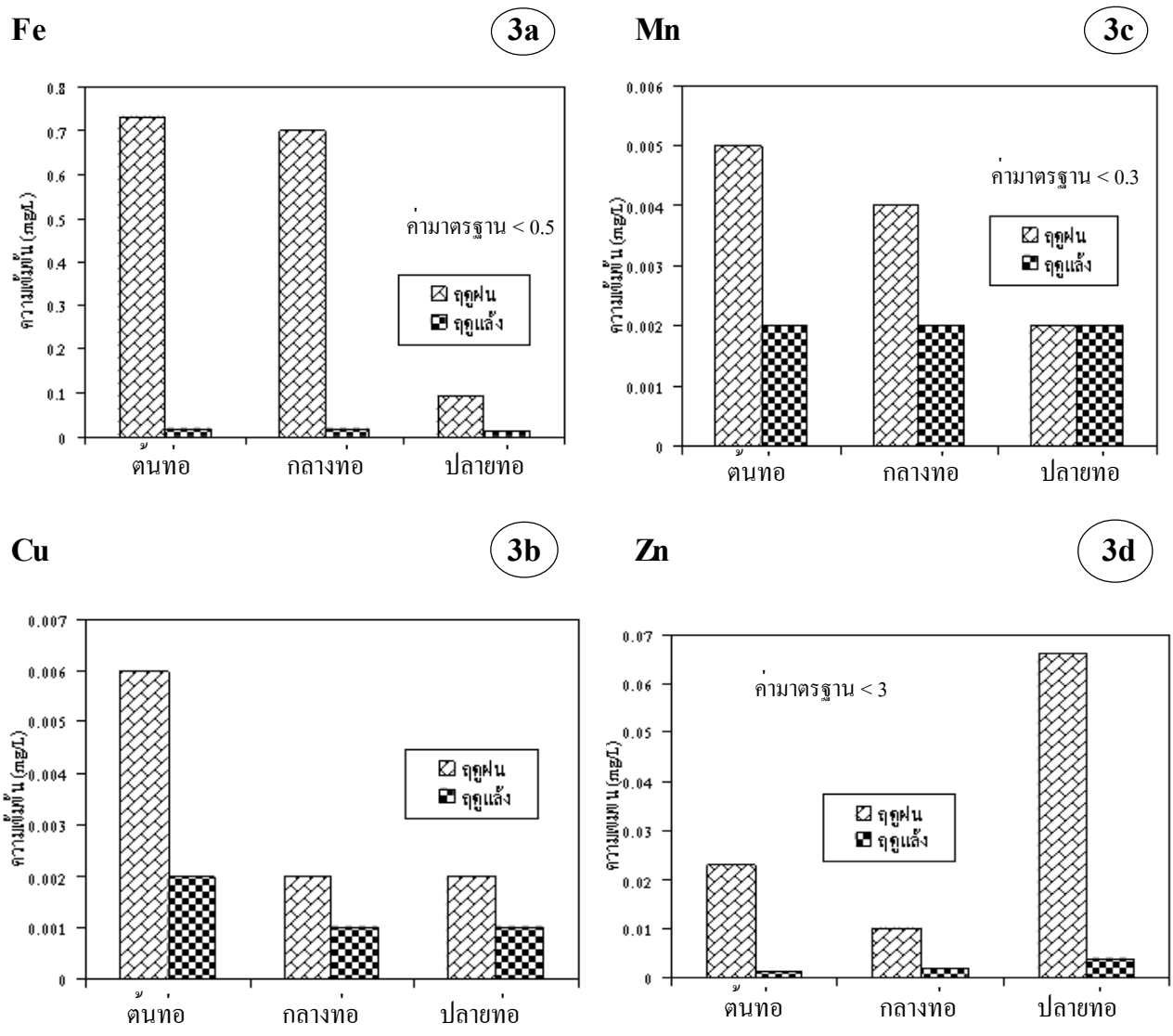
ทั้งนี้จากผลการศึกษาปริมาณโลหะหนักทั้งหมดที่ตรวจพบ (เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี) พบว่า ปริมาณของโลหะหนักในน้ำ ประปานั้นมีความแตกต่างกันในระหว่างฝนและฤดูแล้ง โดยเมื่อใช้การทดสอบทางสถิติแบบ The wilcoxon matched pairs signed-ranks test แสดงให้เห็นว่าฤดูกาลมีผลต่อการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.003)

**2. ผลการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากการบริโภค**

จากการคำนวณค่าความเสี่ยง (Hazard Quotient; HQ) จากการปนเปื้อนของโลหะหนักที่ตรวจพบในน้ำ

Journal of Public Health and Development
Vol. 8 No. 2 May - August 2010

ประปาได้แก่ ปริมาณเหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn) ทั้ง 3 จุด คือ ต้นท่อ กลางท่อ และปลายท่อ มารวมกันเพื่อกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยรวม โดยหากนำน้ำประปามาใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภค ทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่ามีค่า HQ รวม เท่ากับ $8.17 \times 10^{-3}$ เมื่อพิจารณาแยกตามคุณลักษณะโลหะหนักแต่ละชนิด พบว่า มีค่า HQ น้อยกว่า 1 ทุกตัวอย่างดังตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าปริมาณโลหะหนักโดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับอยู่ในเกณฑ์ความเสี่ยงที่ยอมรับได้คือยังปลอดภัยต่อผู้บริโภค




**ภาพที่ 3** คุณภาพน้ำด้านโลหะหนักในน้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลา อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง

**ตารางที่ 3** ค่าความเสี่ยง (HQ) ของโลหะหนักต่างๆ ในน้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลา อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง

| คุณลักษณะ ด้าน โลหะหนัก | ฤดูฝน | | | ฤดูแล้ง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณเฉลี่ยทั้ง 3 จุด (mg/L) | ADD (mg/kgBW) | HQ | ปริมาณเฉลี่ยทั้ง 3 จุด (mg/L) | ADD (mg/kgBW) | HQ |
| เหล็ก (Fe) | 0.508 | $1.56X10^{-2}$ | $3.13X10^{-2}$ | 0.016 | $4.92X10^{-4}$ | $9.85X10^{-4}$ |
| ทองแดง (Cu) | 0.004 | $1.23X10^{-4}$ | $1.23X10^{-4}$ | 0.002 | $6.20X10^{-5}$ | $6.20X10^{-5}$ |
| แมงกานีส (Mn) | 0.003 | $9.20X10^{-5}$ | $3.08X10^{-4}$ | 0.002 | $6.20X10^{-5}$ | $2.05X10^{-4}$ |
| สังกะสี (Zn) | 0.033 | $1.02X10^{-3}$ | $3.38X10^{-4}$ | 0.002 | $6.20X10^{-5}$ | $2.10X10^{-5}$ |
| | ค่าเฉลี่ยรวมของความเสี่ยง (HQ) ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง เท่ากับ $8.17 \times 10^{-3}$ | | | | | |

**หมายเหตุ:** HQ < 1 แสดงว่าปริมาณโลหะหนักโดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

**วิจารณ์**

แหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา คือ อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส พบว่าปริมาณเหล็กเท่านั้นที่เกินมาตรฐานในฤดูฝน ทั้งนี้อาจมาจากฝนชะล้างสารและโลหะหนักจากบริเวณชุมชน บ้านเรือน และพื้นที่ทางการเกษตรในบริเวณใกล้เคียงลงสู่อ่างเก็บน้ำ ทำให้เหล็กที่อยู่ในรูปของออกไซด์ของดินถูกชะลงมาทำให้ปริมาณเหล็กในอ่างเก็บน้ำมีปริมาณสูง ซึ่งจะเป็นสิ่งกำหนดให้ผู้ใช้น้ำเห็นถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพ เพราะการสะสมของเหล็กในปริมาณมากจะมีความสัมพันธ์กับการ สร้างออกซิเจนอิสระ (Oxygen-Free-Radical) แล้วอาจจะเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง[23] และเมื่อพิจารณาระบบผลิตน้ำประปาบ้านถ้ำลา พบว่าสามารถกำจัดเหล็กได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในช่วงฤดูฝนคิดเป็นร้อยละ 19.47 สอดคล้องกับรายงานของมั่นสิน ตัณฑุลเวศม์[24] ที่กล่าวว่า โดยทั่วไปกระบวนการผลิตน้ำประปา สามารถกำจัดโลหะหนักได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อเก็บตัวอย่างน้ำประปาปลายท่อจุดต่างๆ โดยเก็บแบบแยกจากก๊อกน้ำ พบว่าบริเวณต้นท่อและกลางท่อในช่วงฤดูฝนมีค่าเหล็กที่สูงเกินมาตรฐานเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.732 และ 0.700 มก./ล. ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีการสะสมปริมาณเหล็กในระบบผลิตน้ำประปาค่อนข้างสูง เมื่อปล่อยน้ำไหลในระบบท่อจึงทำ ให้ตกตะกอนโดยน้ำหนัก (Gravity) ทำให้มีปริมาณเหล็กที่ต้นท่อสูงและลดลงตามระยะทางตามลำดับ ส่วนในฤดูแล้งตรวจพบปริมาณเหล็กทั้ง 3 จุดค่อนข้างน้อยกว่าฤดูฝนและไม่เกินค่ามาตรฐาน และจากการศึกษาพบว่าในพารามิเตอร์อื่นๆ ที่ตรวจพบโลหะหนักมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานทุกจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 2 ฤดูกาล ได้แก่ ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) และสังกะสี และพบว่าทุกพารามิเตอร์ที่ตรวจพบภาพรวม มีค่าต่ำกว่าการศึกษา ซึ่งมีลักษณะพื้นฐานในการศึกษาที่ใกล้เคียงกันของ Jane et al.[25], Peng et al.[26], Gabriclla and Renzo[27], Abrahan et al. [28] และ Pinar et al.[29] ดังรายละเอียดในตารางที่ 4 นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่าฤดูกาลมีผลต่อการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.003$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Majagi et al.[30] ที่พบว่า การเปลี่ยนของฤดูกาลมีผลทำให้ปริมาณโลหะหนักในอ่างเก็บน้ำการันจาในประเทศอินเดียมีความ

Journal of Public Health and Development
Vol. 8 No. 2 May - August 2010

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักโดยพบว่า ในฤดูผลจะมีปริมาณสูงกว่าเนื่องจากการตกตะกอน และการชะของน้ำผิวดินลงสู่อ่างเก็บนั่นเอง

สำหรับการประเมินความเสี่ยงการสัมผัสมีด้วยกัน 3 ทาง คือ การกินหรือบริโภค (Ingestion) การหายใจ (Inhalation) และการดูดซึมทางผิวหนัง (Dermal absorption) การศึกษานี้ใช้เกณฑ์การประเมินโดยการกินหรือการบริโภค เนื่องจากมีการรายงานว่าการบริโภคถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดและเหมาะสมสำหรับการประเมินการสัมผัสจากการได้รับโลหะหนัก[31] และจากการคำนวณค่า HQ กับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ตรวจพบในน้ำประปาพบว่ามี 4 พารามิเตอร์ ได้แก่ เหล็ก ทองแดง แมงกานีสและสังกะสี ซึ่งเมื่อคำนวณค่า HQ พบว่า ทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณโลหะหนัก โดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับอยู่ในเกณฑ์ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ คือ ยังปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการศึกษานี้กับรายงานการศึกษาของ Sofuoglu et al[17] และ Pinar et al[29] พบว่ามีค่า ADD ต่ำกว่าทุกพารามิเตอร์ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักที่ตรวจพบมีค่าแตกต่างกัน และสันนิษฐานว่าปัจจัยน้ำหนักในการคำนวณให้ได้มาซึ่งค่า ADD แตกต่างกันด้วย

**ตารางที่ 4** การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำด้านโลหะหนักกับการทบทวนวรรณกรรม

| ลำดับ | การศึกษา | พื้นที่ | ช่วงเวลาการศึกษา | ผลการศึกษา | อ้างอิง |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | การปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำประปา | ตอนเหนือของประเทศแม็กซิโก | 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝนและฤดูแล้ง | Pb = 0.009-0.04 mgIL,<br>Cu = 0.003-6.23 mgIL,<br>As = .003-0.11 mgIL,<br>Mn = 0.001-0.0012 mgIL, | Jane et al.[26] |
| 2. | การรับปริมาณ Cu, Zn และ AS ของผู้บริโภค | เมืองเซียงไฮ้ จีน | ฤดูร้อน (2003) | Zn = 0.29 mgIL,<br>Cu = 10.8 µgIL,<br>As = 0.91 µgIL, | Peng et al.[27] |
| 3. | ปริมาณโลหะหนักในน้ำดื่ม | เมืองซีเอนนะ ประเทศอิตาลี | 3 ฤดูกาล ระหว่าง ต.ค. (2000)- ต.ค. (2002) | Mn = < 0.007-48 µgIL,<br>Fe = 4-4, 934 µgIL,<br>Zn = 0.7-254 µgIL,<br>Cu = < 0.012-5 µgIL,<br>As = 2-14.4 µgIL, | Gabriclla and Renzo[28] |

**ตารางที่ 4** การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำด้านโลหะหนักกับการทบทวนวรรณกรรม (ต่อ)

| ลำดับ | การศึกษา | พื้นที่ | ช่วงเวลาการศึกษา | ผลการศึกษา | อ้างอิง |
|---|---|---|---|---|---|
| 4. | ปริมาณโลหะหนักในน้ำประปาดื่มได้ | เขตลาโนตะวันออก ประเทศเวเนซูเวลา | เดือนละครั้ง คือ พ.ย. (2002), มี.ค., พ.ค. และ ก.ค. (2003) | Fe = 201 µgIL, Cu = 4.4µgIL, Zn = 55 µgIL, Mn = 34.2 µgIL, Al = 14.8 µgIL, Ca = 0.27 µgIL, Mg = 0.219 µgIL, | Abrahan et al. [29] |
| 5. | ความเสี่ยงทางสุขภาพจากการดื่มน้ำที่มีโลหะหนัก | จังหวัดอิซเมียร์ ประเทศตุรกี | ฤดูใบไม้ผลิ | Mn = 0.02 µgIL, Cr = 0.08 µgIL, Zn = 0.01 µgIL, Cu = 0.0069 µgIL, As = 0.000097 µgIL, | Pinar et al. [29] |

**สรุปผลการศึกษา**

คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านถ้ำลามีการปนเปื้อนของโลหะหนัก ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี และต้องเฝ้าระวังปริมาณเหล็ก เพราะเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำตามที่กรมอนามัยกำหนด โดยเฉพาะผู้บริโภคที่อาศัยใกล้อ่างเก็บน้ำ บริเวณใกล้กับระบบผลิตน้ำประปา ซึ่งอาจจะมีโอกาสเป็นโรคจากน้ำเป็นสื่อได้แม้ว่า ค่าความเสี่ยงจากการปนเปื้อนของคุณภาพน้ำด้านโลหะหนักอยู่ในเกณฑ์ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ก็ตาม ฉะนั้นผู้ใช้น้ำควรปรับปรุงคุณภาพน้ำอีกครั้งโดยเลือกระบบผลิตน้ำหรือกระบวนการที่มีความสามารถกำจัดโลหะหนักได้ก่อนการบริโภค นอกจากนี้แล้วหน่วยงานท้องถิ่นที่ดูแลระบบผลิตน้ำประปาควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำด้านโลหะหนักอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นการเฝ้าระวัง และเพื่อลดความกังวลให้กับผู้ใช้น้ำ รวมทั้งเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเพื่อพิจารณาการบริโภคน้ำประปาต่อไป

Journal of Public Health and Development
Vol. 8 No. 2 May - August 2010

## เอกสารอ้างอิง

1. Pirrone N, Keeler GJ. A preliminary assessment of the urban population in the Great Lakes region. Science of the Total Environment. 1996; 189: 91-8.
2. Raghunath R, Tripathi RM, Khandekar RN, Nambi KSV. Retention times of Pb, Cd, Cu and Zn in children's blood. Science of the Total Environment. 1997; 207: 133-9.
3. Tripathi RM, Raghunath R, Krishnamoorthy TM. Dietary intakes of heavy metals by infants through milk and milk products. Science of the Total Environment. 1999; 227: 229-35.
4. Kennish J.K. Trace Metal-Sediment Dynamics in Estuaries: Pollution Assessment. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 1992; 155: 69-110.
5. Wong P.K. Mutagenicity of heavy metals. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 1998; 40: 597-603.
6. Fargion S, Piperno A, Fracanzani AL, Cappellini MD, Romano R, Fiorell, G. Iron in the pathogenesis of hepatocellular carcinoma. Italian Journal of Gastroenterology. 1991; 12: 584-8.
7. Wasserman G, Liu X, Parvez F, Ahsan H, Levy D, Factor-Litvak P, Kline J, Van Geen A, Slavkovich V, Lolacono N, Cheng Z, Zheng Y, Graziano J. Water manganese exposure and children' s intellectual function in Araihazar, Bangladesh". Environmental Health Perspectives. 2006; 114: 124-9.
8. Flaten TP. Geographical associations between aluminum in drinking water and dementia, Parkinson's disease and amyotrophic lateral sclerosis in Norway. Trace Elements in Medicine. 1987; 4: 179-80.
9. Martyn CN, Barker DJP, Osmond C, Harris EC, Edwardson JA, Lacey, RF.Geographical relation between Alzheimer's disease and aluminum in drinking water. Lancet. 1989; 1: 59-62.
10. Heininger K. A unifying hypothesis of Alzheimer' s disease III. Risk factors. Human Psychopharmacology: Clincal and Experimental. 2000; 15: 1-70.
11. Kawahara M. Effects of aluminum on the nervous system and its possible link with neurodegenerative diseases. Journal of Alzheimer's Disease. 2005; 8(2): 171-82.
12. เทศบาลตำบลลานข่อย. 2551.ข้อมูลทั่วไปของเทศบาลตำบลลานข่อย. เข้าถึงได้ที่ th.wikipedia.org/wiki. (25 มีนาคม 2551)
13. กรองกมล หอมชื่น, เกศศิตา วงค์ตรี, ชนิดา ทองทรง, เดือนนภา ศิริบูรณ์, ธำรงเดช น้อยสี, ปิยะนุช บุญทศ, ยุพา กุลบุตร และวุฒิพงศ์ รำเพย. 2550. รายงานการฝึกปฏิบัติงานภาคสนามระยะที่ 1 หมู่ที่ 5 บ้านถ้ำลา ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง. สาขาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาการ-สุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง.
14. Adgate HL, Barr DB, Clayton CA. Measurement of children's intakes to pesticides: analysis of urinary metabolite levels in a probability-based sample. Environmental Health Perspectives. 2001; 109: 583-89.

15. Maclntosh DL, Kabiru GW, Ryan PB. Longitudinal investigation of dietary intakes to selected pesticides. Environmental Health Perspectives. 2001; 109: 145-50.
16. Tsai SY, Chou HY, The HW. The effects of chronic arsenic intakes from drinking water on the neurobehavioral development in adolescence. Neurol Toxicol. 2003; 24: 747-53.
17. Sofuoglu SC, Lebowitz MD, O'Rourke MK, Robertson GL, Dellarco M, Moschandreas, DJ. Exposure and risk estimates for Arizona drinking water. JAWWA. 2003; 95: 67-79.
18. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. Washington DC :American Public Health Association. 1998.
19. US.EPA. Guidelines for Exposure Assessment. Washington, D.C. : US. Environment Protection Agency. Federal Register.57 FR 22888. 1992.
20. กรมอนามัย. ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย พ.ศ. 2543. กระทรวงสาธารณสุข. (29 กุมภาพันธ์ 2543). 2543.
21. ธีรพล คังคะเกตุ. น้ำดื่มกับสุขภาพและการเลือกเครื่องกรองน้ำประจำบ้าน. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.
22. กรมอนามัย. รายงานการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทยครั้งที่ 4 พ.ศ. 2538. กระทรวงสาธารณสุข. 2538.
23. Stevens RG. Iron and the risk of cancer. Medical Oncology&Tumeor Pharmacotherapy. 1990; 7: 177-81.
24. มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. วิศวกรรมการประปา เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542.
25. Jane CW, Fimbres C, Romo L Mendez OR, Grijalva M. Incidence of Heavy Metal Contamination in Water Supplies in Northern Mexico. Environmental Research Section A. 1998; 76: 114-9.
26. Peng Xu, Shengbiao H, Zijian W, Gustavo, L. Daily intakes of cooper, zinc and arsenic in drinking water by population of Shanghai, China". Science of the Total Environment. 2000; 362: 50-5.
27. Gabriclla T, Renzo, C. Heavy metals in drinking waters from Mount Amiata (Tuscany, Italy) Possible risks from arsenic for public health in the Province of Siena. Science of the Total Environment. 2004; 327: 41-51.
28. Abrahan MC, Mac-Quhae, Malvis C, Luzmila S. Survey of trace metals in drinking water supplied to rural poplations in the eastern Llanos of Venezuela. Journal of Environmental Management. 2009; 90: 752-59.
29. Pinar K, Aysun S, Sait CS. A Health risk assessment for exposure to trace metals via drinking water ingestion pathway. International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2009; 212: 216-27.
30. Majagi SH, Vijaykumar K, Vasanthkaumar B, Concentration of heavy metals in Karanja reservoir, Bidar district, Karnataka, India. Environ Monit Assess. 2008; 138: 273–79.
31. O'Rourke MK, Van de Water PK, Jin S, Rogan SP, Weiss AD, Gordon SM, Moschandreas DJ, Lebow-itz MD. Evaluations of primary metals from NHEXAS Arizona: distributions and preliminary exposures". J. Expo.Anal. Environ. Epidemiol. 1999; 9: 435-45.