ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

ปริญญา

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ	วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การประเมินค่า NMDI และ VCI เพื่อการติดตามภัยแล้ง

Evaluation of NMDI and VCI for Drought Monitoring

นามผู้วิจัย นายเอกรินทร์ แมะกัน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สุวัฒนา จิตตลดากร, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระวัฒน์ กณะสุต, D.Eng.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* เพื่อการติดตามภัยแล้ง

Evaluation of *NMDI* and *VCI* for Drought Monitoring

โดย

นายเอกรินทร์ แมะกัน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)
พ.ศ. 2558

เอกรินทร์ แมะกัน 2558: การประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* เพื่อการติดตามภัยแล้ง ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, Ph.D. 169 หน้า

เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายเพื่อการประเมินดัชนีภัยแล้งดัชนีที่สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพความแห้งแล้งที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งในด้านเวลาและสถานที่ภายในลุ่มน้ำที่พิจารณา ข้อมูลดาวเทียม (ช่วงปี พ.ศ. 2544-2553) ซึ่งตรวจวัดโดย MODIS ถูกนำมาใช้เพื่อคำนวณดัชนี *NMDI* และ *VCI* เพื่อติดตามสภาพภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน ทั้งนี้ ดัชนี *NMDI* คำนวณได้จากสูตร $(\rho_{0.86} - (\rho_{1.64} - \rho_{2.13}))/(\rho_{0.86} + (\rho_{1.64} - \rho_{2.13}))$ โดย ρ คือค่าการสะท้อนกลับจากพื้นผิวในหน่วยไมโครเมตร และดัชนี *VCI* คำนวณได้จากสูตร $(NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min})$ จากนั้นได้ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีทั้ง 2 ดัชนี กับความลึกฝนสะสมในทั้ง 14 ลุ่มน้ำย่อย ของลุ่มน้ำปิงตอนบน เพื่อเลือกว่าดัชนีใดที่มีความสัมพันธ์กับความลึกฝนสะสมมากกว่าจึงจะใช้ในการติดตามภัยแล้งสำหรับทุกลุ่มน้ำในประเทศไทยต่อไป ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ดัชนี *NMDI* มีค่าเฉลี่ยสูงสุดรายเดือนในเดือนกรกฎาคมโดยมีค่าประมาณ 0.545 จากนั้นจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าต่ำสุดประมาณ 0.408 ในเดือนกุมภาพันธ์ และจะเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดอีกครั้งหนึ่งในช่วงฤดูฝน ทั้งนี้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนี *NMDI* ค่อนข้างสอดคล้องกับความลึกฝนสะสม ส่วนดัชนี *VCI* มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือนประมาณ 0.617 ในเดือนกุมภาพันธ์ และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงพฤษภาคม จากนั้นลดลงจนถึงค่าต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม ก่อนที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายนโดยมีค่าประมาณ 0.828 และลดลงจนถึงค่าต่ำสุดอีกครั้งหนึ่งในฤดูแล้ง ทั้งนี้ดัชนี *VCI* มีความสอดคล้องกับดัชนี *NMDI* เฉพาะในช่วงฤดูแล้งแต่ไม่สอดคล้องในช่วงฤดูฝน เนื่องจากดัชนี *VCI* คำนวณจากดัชนี *NDVI* ซึ่งได้รับผลกระทบจากเมฆปกคลุม ความลึกฝนสะสมต่อเนื่องในแต่ละปีระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคมของแต่ละลุ่มน้ำย่อยมีความสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยของดัชนีราย 8 วัน ของดัชนี *NMDI* มากกว่ากับค่าของดัชนี *VCI* มาก โดยค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับทุกลุ่มน้ำย่อยเท่ากับ 0.689 และ 0.290 ตามลำดับ ดังนั้น ดัชนี *NMDI* จึงถูกเลือกใช้เพื่อการติดตามภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย จากผลการประเมินดัชนี *NMDI* โดยเลือกใช้ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553 พบว่าลุ่มน้ำทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยลุ่มน้ำโขงภาคอีสานมีสภาพความแห้งแล้งสูงสุด ตามด้วยลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล ตามลำดับ ในขณะที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่ทางภาคใต้และภาคตะวันตกแสดงสภาพความชุ่มชื้นมากกว่าลุ่มน้ำอื่น ๆ ทั่วประเทศ เนื่องจาก ดัชนี *NMDI* ได้แสดงความสามารถในการแสดงสภาพความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งของพื้นที่ลุ่มน้ำ ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้เพื่อการติดตามสภาพภัยแล้งของลุ่มน้ำในประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

_____ _____ ___/ ___/ ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Ekkrin Maekan 2015: Evaluation of *NMDI* and *VCI* for Drought Monitoring. Master of Engineering (Water Resources Engineering), Major Field: Water Resources Engineering, Department of Water Resources Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Nutchanart Sriwongsitanon, Ph.D. 169 pages.

Remote sensing technique is broadly accepted to evaluate drought index to indicate the temporal and spatial distribution of drought conditions within the river basin. Satellite data (2001-2010) sensed by MODIS was used to calculate *NMDI* and *VCI* for drought monitoring in the Upper Ping River Basin (UPRB). *NMDI* can be calculated using the formula: $(\rho_{0.86} - (\rho_{1.64} - \rho_{2.13}))/ (\rho_{0.86} + (\rho_{1.64} - \rho_{2.13}))$, where ρ is a surface reflectance in micrometer and *VCI* can be calculated using the formula: $(NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min})$. The relationships between these two indices and accumulated rainfall within 14 sub-basins of the UPRB were later carried out to select a more suitable index which more correlates to accumulated rainfall to be used for drought monitoring of all river basins in Thailand. The study results show that the maximum monthly average *NMDI* is around 0.545 occurring in July and continuously reduce to the minimum value of about 0.408 in February and then increases to the maximum value once again. The pattern of *NMDI* roughly corresponds to an accumulated rainfall depth. The minimum monthly average *VCI* shows to be about 0.617 in February and then continuously increases until May. *VCI* value then reduces once again until July before increasing to its maximum value in November of about 0.828 and reduces once again in the dry season. The *VCI* value corresponds to the *NMDI* value only in the dry season but not during the wet season because *VCI* is calculated using *NDVI* value which is affected by cloud cover. The accumulated rainfall depth between April and August of each sub-catchment shows a lot higher correlation to the 8-day average *NMDI* values than that of for *VCI* value with the average correlation coefficient of about 0.689 and 0.290, respectively for the overall 14 sub-catchments. *NMDI* is therefore chosen for drought monitoring for Thailand river basins. The results of *NMDI* for all river basins in Thailand evaluating using the data between 2006 and 2010 have shown that the drier to driest river basins are located in Northeastern Thailand including Northeastern Part of the Khong Basin - the driest basin - following by the Chi Basin, and the Mun Basin, respectively. On the other hand, the basins in Southern and Western Thailand show their wetness compared to the rest of the country. Since *NMDI* has shown its ability in indicating the wetness and drought condition of the river basin, it can be effectively used for drought monitoring for the river basin in Thailand. The *NDWI* value seems to be corresponded to drought situations really occurring in each basin. It can be concluded that *NDWI* is an appropriate drought index to be effectively used for drought monitoring for Thailand River Basins.

_____ _____ ___/ ___/ ____

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้า ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ช่วยเหลือและสนับสนุนในการวางแผนวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สุวัฒนา จิตตลดากร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ (โครงการวิจัยรหัส พ-ท(ด)43.56) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการการตรวจสอบภัยแล้งและการเตือนภัยล่วงหน้าสำหรับประเทศไทย

ขอขอบคุณคุณสรรสฤษฎ์ เธียรโพธิ์ภิรักษ์ นิสิตปริญญาเอกของภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำการใช้โปรแกรมประกอบการศึกษา คุณทนงศักดิ์ สุขศิริ นักศึกษาปริญญาโทของ ภาควิชาทรัพยากรน้ำ ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องข้อมูลดัชนี *NDVI* เพื่อในการนำมาใช้การประเมินดัชนี *VCI*

ขอขอบคุณ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทานที่ได้สนับสนุนข้อมูลน้ำฝนรายวัน และขอบคุณ เว็บไซต์ http://modis.gsfc.nasa.gov/ ขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ หรือองค์การนาซา ซึ่งเป็นแหล่งสนับสนุนข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลที่ใช้ประกอบการศึกษาวิจัยนี้

ความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้ ข้าพเจ้าต้องกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้

เอกรินทร์ แมะกัน

มิถุนายน 2558

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

สารบัญภาพ

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ

NMDI	=	Normalized Multi-Band Drought Index (ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของแบนด์ผสมของภัยแล้ง)
VCI	=	Vegetation Condition Index (ดัชนีสภาพพืชพรรณ)
NDVI	=	Normalized Difference Vegetation Index (ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของพืชพรรณ)
NDWI	=	Normalized Difference Water Index (ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของน้ำ)
NDII	=	Normalized Difference Infrared Index (ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของรังสีอินฟาเรด)
IDS	=	Inverse Distance Square (การประเมินค่าส่วนกลับของระยะทางกำลังสอง)

การประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* เพื่อการติดตามภัยแล้ง

Evaluation of *NMDI* and *VCI* for Drought Monitoring

คำนำ

ภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดจากความแปรปรวนของฝนทั้งในด้านปริมาณฝนที่ลดลงกว่าค่าปกติ เวลาของการเกิดฝนที่เปลี่ยนไปจากที่เคยเกิด ตลอดจนการกระจายตัวของปริมาณฝนตามพื้นที่ที่ไม่ปกติ (Kallis, 2008 และ Wilhite, 2000) ภัยแล้งสามารถแบ่งออกตามผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ 4 ด้าน คือ (1) ด้านอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับปริมาณฝน (2) ด้านการเกษตร ซึ่งเกี่ยวข้องกับความชื้นในรากพืชและผลผลิตทางการเกษตร (3) ด้านอุทกวิทยา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการลดลงของปริมาณน้ำท่า น้ำใต้ดิน และระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ (4) ด้านเศรษฐกิจสังคม ซึ่งเกี่ยวข้องกับความไม่สามารถส่งน้ำได้ตามความต้องการน้ำที่เกี่ยวข้องกับด้านสังคม

ภัยแล้งสามารถประเมินได้โดยใช้ดัชนีที่คำนวณจากตัวแปรด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น ดัชนี *SPI* (McKee et.al,1993) ดัชนี *PDSI* (Palmer,1965) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ดัชนีเหล่านี้เป็นการประเมินแบบจุด ณ สถานีตรวจวัด ดังนั้น ในกรณีที่จำนวนสถานีด้านอุตุนิยมวิทยามีน้อยจะส่งผลต่อความถูกต้องของผลการประเมินดัชนีเหล่านั้น ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงได้มีการนำเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลมาใช้ในการประเมินดัชนีภัยแล้ง เนื่องจากเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลนั้น ใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความต่อเนื่องในเชิงพื้นที่และเวลา สำหรับดัชนีภัยแล้งที่ประเมินจากข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลที่เป็นที่ยอมรับทั่วไปมีหลายดัชนี อาทิเช่น ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, *NDVI*) (Rhee et al., 2010) ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของน้ำ (Normalized Difference Water Index, *NDWI*) (Gu et al., 2007) และ ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของรังสีอินฟาเรด (Normalized Difference Infrared Index, *NDII*) (Cheng et al., 2008) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ดัชนีเหล่านี้ยังคงมีปัญหาในบางประการ ตัวอย่างเช่น *NDVI* เป็นดัชนีที่ได้รับผลกระทบจากเมฆปกคลุม เนื่องจากค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นที่นำมาสร้างดัชนี คือ ช่วงคลื่นสีแดง (คลื่นที่สายตามองเห็น) นั้น จะถูกดูดกลืนค่าจากเมฆเป็นผลให้ได้ค่าการสะท้อนกลับน้อยกว่าความเป็นจริง (Rouse etal,1974) สำหรับในส่วนของดัชนี *NDWI* และ *NDII* นั้น Wang and Qu (2007) ได้กล่าวไว้ว่าดัชนีทั้งสองนี้มีข้อจำกัดในด้านความไม่แน่นอนของผลที่ได้จากค่าดัชนี เนื่องจากช่วงคลื่นที่นำมาใช้ยังไม่สามารถขจัดอิทธิพลของการสะท้อนจากพื้นดินออกไปได้ โดยค่าการสะท้อนจากเรือนยอดพืช

จะได้รับผลกระทบจากคุณสมบัติของพื้นดินด้านล่างเรือนยอด โดยเฉพาะจากดินที่มีความชื้นบริเวณผิวดินมากเป็นผลให้ความชื้นของดินถูกนำไปรวมในการประเมินสภาพภัยแล้งที่เกิดกับพืชพรรณด้วย

ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงได้นำดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของแบนด์ผสมของภัยแล้ง (Normalized Multi-Band Drought Index, *NMDI*) และดัชนีสภาพพืชพรรณ (Vegetation Condition Index, *VCI*) มาใช้เพื่อการติดตามภัยแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน เนื่องจากเหตุผลที่สำคัญ 2 ประการ คือ (1) ดัชนี *NMDI* เป็นการใช้ค่าการสะท้อนจากช่วงอินฟาเรดใกล้และช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) 2 ช่วงคลื่น ซึ่งสามารถทะลุผ่านเมฆหรือหมอกที่หนาเกินกว่าแสงธรรมดาจะผ่านไปได้ทำให้ผลกระทบที่เกิดจากเมฆปกคลุมที่มีต่อดัชนี *NMDI* มีน้อยมาก นอกจากนี้ ยังคงมีคุณสมบัติพิเศษในการตรวจสอบความชื้นของดินแยกออกจากความชื้นในพืชได้ (2) ดัชนี *VCI* สามารถตรวจวัดช่วงเวลาที่เกิดภัยแล้ง ระดับความรุนแรงของภัยแล้ง ช่วงเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ตลอดจนผลกระทบที่มีต่อพืชซึ่งดัชนีนี้สามารถติดตามภัยแล้งได้ทั้งในกรณีที่เป็นภัยแล้งที่จำแนกได้อย่างชัดเจน มีช่วงเวลาภัยแห้งที่ยาวนาน เกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้าง ตลอดจนมีระดับภัยแล้งที่รุนแรงกับกรณีที่เกิดภัยแล้งในระยะสั้น ๆ ที่ไม่ปรากฏภัยแล้งชัดเจน

ในการศึกษานี้ นอกจากได้นำดัชนี *NMDI* และ *VCI* มาเปรียบเทียบกันแล้ว ยังนำดัชนีทั้งสองตัวมาหาความสัมพันธ์กับความลึกฝนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน ทั้งนี้ เนื่องจากฝนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อการเกิดภัยแล้ง ดังนั้น ในกรณีที่พบว่าดัชนีใดมีความสัมพันธ์ที่ดีกับความลึกฝนก็มีแนวโน้มว่าดัชนีนั้นน่าจะมีความน่าเชื่อถือในการนำมาไปใช้ในการประเมินสภาพความแห้งแล้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต่อจากนั้นจะนำดัชนีดังกล่าวมาใช้เพื่อการประเมินสภาพภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทยต่อไป ทั้งนี้ได้มีการสรุปสภาพภัยแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำทั้ง 25 ลุ่มน้ำในลักษณะภาพรวม

วัตถุประสงค์

การศึกษาวิจัยเพื่อประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* เพื่อการติดตามภัยแล้ง มีวัตถุประสงค์ในการศึกษา ดังนี้

1. เพื่อประเมินค่าดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของแบนด์ผสมของภัยแล้ง (*NMDI*) และดัชนีสภาพพืชพรรณ (*VCI*) เพื่อการติดตามภัยแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน

2. เพื่อการเปรียบเทียบผลการประเมินค่าระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI*

3. เพื่อการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี *NMDI* และ *VCI* กับความลึกฝนฝนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน เพื่อคัดเลือกว่าดัชนีใดมีความเหมาะสมในการใช้ติดตามสภาพภัยแล้งสำหรับการประเมินภัยแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศไทยต่อไป

4. เพื่อนำดัชนีภัยแล้งที่ได้รับการคัดเลือกในข้อ 3 มาใช้เพื่อการประเมินสภาพภัยแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศไทย

ขอบเขตการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย โดยเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนเป็นพื้นที่ศึกษาต้นแบบ

2. ดัชนีภัยแล้งที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของแบนด์ผสมของภัยแล้ง (*NMDI*) และดัชนีสภาพพืชพรรณ (*VCI*) ที่ได้มาจากดัชนี *NDVI* โดยค่าของดัชนี *NDVI* นั้นได้มาจากวิทยานิพนธ์เรื่อง “การประเมินค่า *NDVI, NDWI* และ *NDDI* เพื่อการติดตามภัยแล้ง” ของนายทนงศักดิ์ สุขศิริ ซึ่งทั้งดัชนี *NMDI* และ *NDVI* นั้นได้มาจากข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลจากดาวเทียม Terra ระบบ MODIS ที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน ในช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2553

3. การวิเคราะห์ความลึกฝนในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนนั้น พิจารณาจากข้อมูลความลึกฝนรายวันจากสถานีวัดน้ำฝนในช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2553 ที่อยู่ในลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนและบริเวณใกล้เคียงที่ได้ทำการคัดเลือกแล้ว จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาความลึกฝนเฉลี่ย

รายวันแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนโดยวิธีการประเมินค่าส่วนกลับของระยะทางกำลังสอง (Inverse Distance Square, IDS)

4. การประเมินประสิทธิภาพของดัชนี *NMDI* และ *VCI* นั้น จะวิเคราะห์ดัชนีทั้งสองเปรียบเทียบกับความลึกฝนเฉลี่ยสะสมราย 8 วัน และความลึกฝนเฉลี่ยสะสมต่อเนื่องรายปี เฉพาะพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

5. การประเมินสภาพภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำอื่น ๆ ในประเทศไทยนั้น จะเลือกจากดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับความลึกสะสมมากที่สุด โดยจะวิเคราะห์ลักษณะโดยรวมของแต่ละลุ่มน้ำเท่านั้น

การตรวจเอกสาร

1. ภัยแล้ง

ภัยแล้ง หมายถึง ความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศ อันเกิดจากการที่มีฝนน้อยกว่าปกติ หรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล เป็นระยะเวลานานกว่าปกติและครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำดื่มน้ำใช้ พืชพันธุ์ไม้ต่างๆ ขาดน้ำ ทำให้ไม่เจริญเติบโตตามปกติเกิดความเสียหายและความอดอยากทั่วไป ความแห้งแล้งเป็นภัยธรรมชาติประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี ในช่วงดังกล่าวพืชไร่ที่เพาะปลูกจะขาดน้ำ สัตว์ขาดแคลนน้ำดื่มน้ำใช้ ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีพรวมถึงด้านเศรษฐกิจและสังคม ทั้งนี้ความรุนแรงจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน ระยะเวลาที่เกิดความแห้งแล้ง และขนาดของพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง เป็นต้น

ความแห้งแล้งจำแนกประเภทได้ 4 ประเภทตามลักษณะการเกิดดังต่อไปนี้

1. ความแห้งแล้งด้านอุตุนิยมวิทยา (Metrological) เป็นความแห้งแล้งที่เกิดจากสภาพฝนทิ้งช่วงหรือฝนตกน้อยกว่าระดับที่กำหนด (Threshold) โดยช่วงที่เกิดความแห้งแล้ง (Period of Drought) นิยามจากจำนวนวันที่มีฝนตกน้อยกว่าระดับที่กำหนด ความแห้งแล้งในทางอุตุนิยมวิทยาเป็นจุดเริ่มต้นของความแห้งแล้งประเภทอื่น ๆ ซึ่งเกิดขึ้นตามกันเป็นลำดับ

2. ความแห้งแล้งทางการเกษตร (Agricultural) เป็นความแห้งแล้งซึ่งเป็นผลกระทบต่อเนื่องมาจากความแห้งแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา ความแห้งแล้งเชิงเกษตรกรรมจะมุ่งสนใจในเรื่องของการเกิดฝนทิ้งช่วง ทำให้ดินขาดความชุ่มชื้น และนอกจากนี้ความแห้งแล้งเชิงเกษตรกรรมยังขึ้นอยู่กับชนิดของพืชพรรณซึ่งมีความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศได้ต่างกัน ความต้องการน้ำแตกต่างกัน รวมทั้งลำดับขั้นตอนการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีผลต่อผลผลิตทางการเกษตรทั้งนั้น

3. ความแห้งแล้งด้านอุทกวิทยา (Hydrological) เป็นความแห้งแล้งที่เกิดจากช่วงฤดูกาลที่มีฝนตกน้อยหรือไม่มีฝนตก ทำให้ระดับน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน คือ อ่างเก็บน้ำ น้ำในแม่น้ำ ทะเลสาบ และน้ำบาดาลลดระดับลง ซึ่งความแห้งแล้งเชิงอุทกวิทยานี้มักจะพิจารณาในระดับของลุ่มน้ำ ความแห้งแล้งเชิงอุทกวิทยาเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ต่างจากความแห้งแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยาและความแห้งแล้งเชิงเกษตรกรรม

4. ความแห้งแล้งทางเศรษฐศาสตร์และสังคม (Socioeconomic) เป็นความแห้งแล้งที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรที่มีอยู่ (Supply) และความต้องการทรัพยากรนั้น (Demand) แต่เนื่องจากข้อจำกัดของทรัพยากรและประชากรมีความต้องการทรัพยากรมาก จึงทำให้เกิดความขาดแคลนขึ้น ซึ่งความแห้งแล้งทางเศรษฐศาสตร์และสังคมจะแตกต่างไปจากความแห้งแล้งประเภทอื่นๆ เนื่องจากมีเรื่องของความต้องการใช้และข้อจำกัดของทรัพยากรมาเกี่ยวข้องด้วย โดยปรกติแล้วความต้องการทรัพยากรจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากร และความต้องการบริโภคเพิ่มมากขึ้น ซึ่งความแห้งแล้งเชิงเศรษฐศาสตร์และสังคมจะเกิดขึ้นจนกว่าการเพิ่มขึ้นของประชากรและ ความต้องการบริโภคจะปรับตัวเข้าหากันจนเกิดความสมดุล

2. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ในการศึกษา คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย โดยได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนเป็นพื้นที่ศึกษาต้นแบบในการประเมินประสิทธิภาพของดัชนีภัยแล้ง โดยมีรายละเอียดที่สำคัญของพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนและประเทศไทยดังนี้

2.1 ลุ่มน้ำปิงตอนบน

2.1.1 ที่ตั้งและสภาพโดยทั่วไป

พื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย เป็นลุ่มน้ำ 1 ใน 8 ลุ่มน้ำหลักที่อยู่ในกลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน โดยตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 17°14′ 30″ ถึง 19° 47′ 52″ เหนือ และระหว่างเส้นลองจิจูด 98° 4′ 30″ ถึง 99° 22′ 30″ ตะวันออก มีพื้นที่รับน้ำเหนือเขื่อนภูมิพลประมาณ 25,369.63 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 4.94 ของพื้นที่ประเทศไทย พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน บางส่วนอยู่ในจังหวัดตาก ลำปางและแม่ฮ่องสอน ดังแสดงในภาพที่ 1 สภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนปกคลุมด้วยป่าไม้ประมาณ 75.5% ในปี พ.ศ. 2548 (นุชนารถ, 2555) และมีที่ราบลุ่มหุบเขาตามแหล่งชุมชน มีความลาดชันสูงและวางตัวแนวเหนือ-ใต้ ลุ่มน้ำปิงตอนบนมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือและทิศตะวันตก	ติดกับ	ลุ่มน้ำสาละวินและลุ่มน้ำกก
ทิศใต้	ติดกับ	ลุ่มน้ำปิงตอนล่าง

ทิศตะวันออก ติดกับ ลุ่มน้ำวัง

ลุ่มน้ำปิงตอนบนมีต้นกำเนิดในทิวเขาผีปันน้ำในเขตอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ไหลจากทิศเหนือลงมาทางทิศใต้ ผ่านพื้นที่ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำพูน ไหลผ่านพื้นที่ราบหุบเขาก่อนไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก เป็นจุดปลายของลุ่มน้ำซึ่งแบ่งแยกลุ่มน้ำปิงตอนบนและลุ่มน้ำปิงตอนล่างออกจากกัน

การแบ่งลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำปิง ได้กำหนดตามผลการศึกษาของโครงการศึกษาสำรวจออกแบบสถานีอุทกวิทยา 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย ของกรมทรัพยากรน้ำ โดยลุ่มน้ำปิงตอนบนนั้น ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยจำนวน 14 ลุ่มน้ำย่อย ได้แก่ แม่กวง แม่กลาง แม่งานแม่งัด แม่แจ่มตอนบน แม่แจ่มตอนล่าง แม่แตง แม่ตื่น แม่ปิงส่วนที่ 1 แม่ปิงส่วนที่ 2 แม่ปิงส่วนที่ 3 แม่ริม แม่ลี้ แม่หาด ดังแสดงในภาพที่ 2 และตารางที่ 1

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงลุ่มน้ำปิงตอนบน และลุ่มน้ำสาขา

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2558)

ภาพที่ 2 แผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำปิงตอนบน

ที่มา: นุชนารถ (2555)

ตารางที่ 1 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและพื้นที่ครอบคลุมของลุ่มน้ำปิงตอนบน

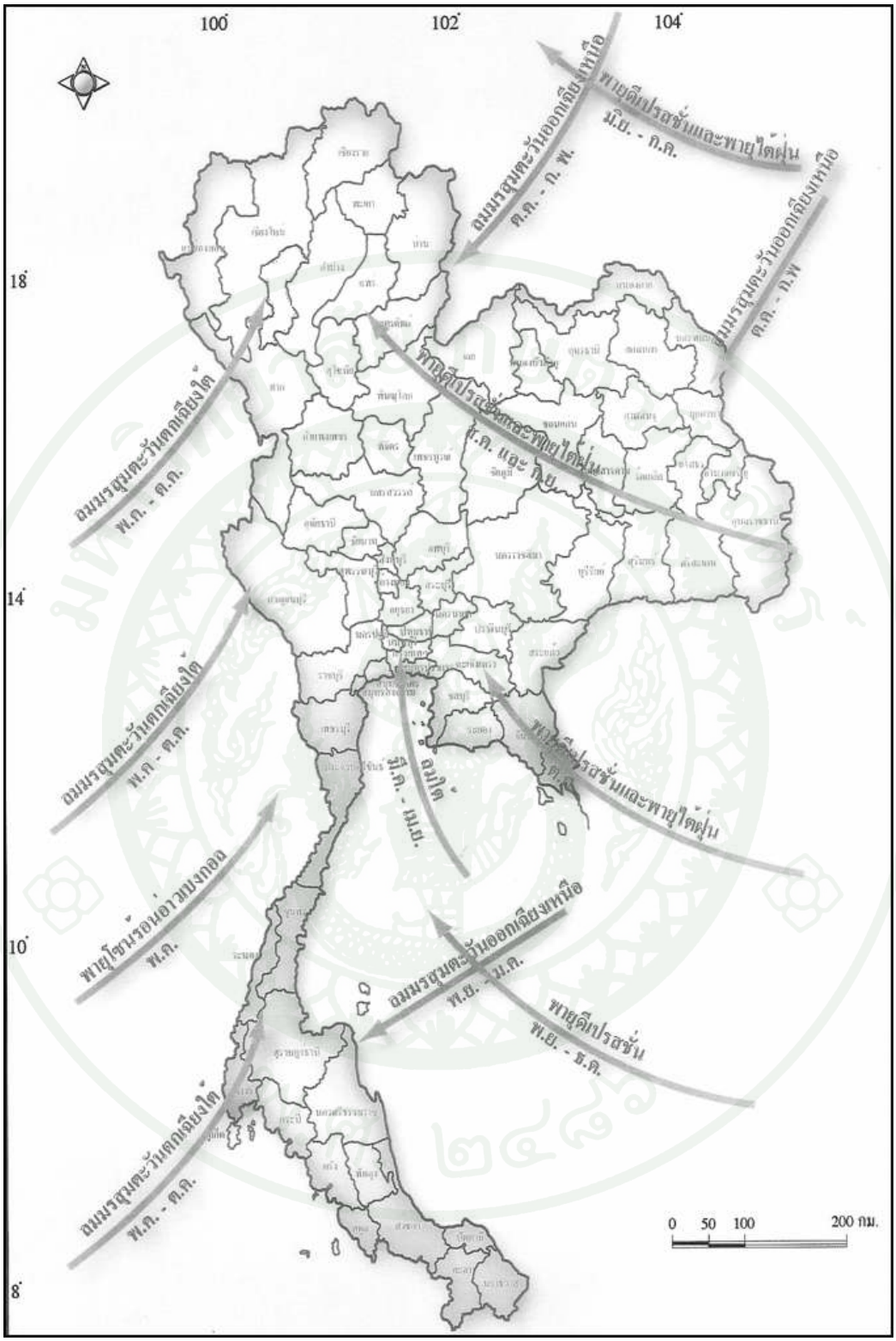
ลำดับ	ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ครอบคลุมพื้นที่บางส่วน	
			จังหวัด	อำเภอ
1	แม่ปิงส่วนที่ 1	1,972.33	เชียงใหม่	- เชียงดาว ไชยปราการ ดอยสะเก็ด พร้าว แม่แตง เวียงแหง และสันทราย
2	แม่งัด	1,282.39	เชียงราย	- เวียงป่าเป้า
			เชียงใหม่	- เชียงดาว ไชยปราการ ดอยสะเก็ด พร้าว และแม่แตง
3	แม่แตง	1,955.63	เชียงใหม่	- เชียงดาว แม่แตง เวียงแหง และสันทราย
			แม่ฮ่องสอน	- ปาย
4	แม่ปิงส่วนที่ 2	1,723.15	เชียงใหม่	- กิ่ง อ.ดอยหล่อ จอมทอง ดอยสะเก็ด
				- เมืองเชียงใหม่ แม่แตง แม่ริม แม่วาง สะเมิง สันทราย สันป่าตอง สารภี และหางดง
			ลำพูน	- กิ่ง อ.เวียงหนองล่อ บ้านโฮ่ง ป่าซาง เมืองลำพูน และแม่ทา
5	แม่ริม	565.45	เชียงใหม่	- แม่แตง แม่ริม สะเมิง และสันทราย
			แม่ฮ่องสอน	- ปาย
6	แม่กวง	2,680.05	เชียงราย	- เวียงป่าเป้า
			เชียงใหม่	- กิ่ง อ.แม่ออน ดอยสะเก็ด พร้าว เมืองเชียงใหม่
				- แม่แตง แม่ริม สันกำแพง สันทราย และสารภี
			ลำปาง	- เมืองปาน เมืองลำปาง เสริมงาม และห้างฉัตร
			ลำพูน	- บ้านธิ ป่าซาง เมืองลำพูน และแม่ทา
7	แม่งาน	1,731.68	เชียงใหม่	- กิ่ง อ.ดอยหล่อ จอมทอง แม่แจ่ม แม่แตง แม่ริม แม่วาง สะเมิง สันป่าตอง และหางดง
			แม่ฮ่องสอน	- ปาย
8	แม่ลี้	2,079.86	เชียงใหม่	- จอมทอง ดอยเต่า และฮอด
			ลำปาง	- เถิน แม่พริก และเสริมงาม
			ลำพูน	- กิ่ง อ.เวียงหนองล่อ ทุ่งหัวช้าง บ้านโฮ่ง ป่าซาง แม่ทา และลี้
9	แม่กลาง	615.84	เชียงใหม่	- กิ่ง อ.ดอยหล่อ จอมทอง แม่แจ่ม และแม่วาง
10	แม่ปิงส่วนที่ 3	3,179.72	เชียงใหม่	- จอมทอง ดอยเต่า แม่แจ่ม อมก๋อย และฮอด
			ตาก	- สามเงา
			ลำปาง	- แม่พริก
			ลำพูน	- กิ่ง อ.เวียงหนองล่อ บ้านโฮ่ง และลี้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ครอบคลุมพื้นที่บางส่วน	
			จังหวัด	อำเภอ
11	แม่แจ่มตอนบน	1,965.24	เชียงใหม่	- จอมทอง แม่แจ่ม แม่วาง และสะเมิง
			แม่ฮ่องสอน	- ขุนยวม ปาย เมืองแม่ฮ่องสอน และแม่ลาน้อย
12	แม่แจ่มตอนล่าง	1,930.26	เชียงใหม่	- จอมทอง แม่แจ่ม และฮอด
			แม่ฮ่องสอน	- แม่ลาน้อย และแม่สะเรียง
13	แม่หาด	520.76	เชียงใหม่	- ดอยเต่า
			ลำพูน	- ลี้
14	แม่ตื่น	3,167.27	เชียงใหม่	- ดอยเต่า และอมก๋อย
			ตาก	- ท่าสองยาง บ้านตาก แม่ระมาด และสามเงา
รวม		25,369.63		

2.1.2 สภาพภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปิงตอนบนตามการจำแนกประเภทอากาศของ Dr. Wladimir Koppen จัดอยู่ในลักษณะภูมิอากาศแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดูกาล (Tropical Savanna Climate: Aw) ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ฤดู ฤดูฝนจะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งพัดผ่านทะเลและมหาสมุทร ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกชุก โดยเฉพาะเดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในรอบปี ส่วนฤดูหนาวจะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่ปกคลุมประเทศไทย ทำให้มีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง โดยเฉพาะเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคมเป็นเดือนที่เกิดหมอกมากที่สุดและจะเกิดในตอนรุ่งเช้า สำหรับฤดูร้อนจะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งอากาศร้อนจะอบอ้าว โดยเฉพาะเดือนเมษายนจะเป็นเดือนที่ร้อนที่สุดในรอบปี (ดูภาพที่ 3 ประกอบ)



ภาพที่ 3 ทิศทางของลมมรสุม พายุไต้ฝุ่น และตำแหน่งของร่องความกดอากาศ

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2557)

2.1.3 สภาพอุตุนิยมวิทยา

จากการรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำปิง ซึ่งบันทึกโดยกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2553 สามารถสรุปค่าเฉลี่ยรายปีและช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ ความครึ้มของเมฆ ความเร็วลม ปริมาณการระเหยจากถาดในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนได้ดังนี้ (1) อุณหภูมิ ณ สถานีเชียงใหม่ มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี 25.8 องศาเซลเซียส ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 21.4 - 29.3 องศาเซลเซียส ในขณะที่สถานีลำพูนมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี 26.2 องศาเซลเซียส ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ย รายเดือนอยู่ระหว่าง 21.3 - 30.1 องศาเซลเซียส (2) ความชื้นสัมพัทธ์ ณ สถานีเชียงใหม่ มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปี 70.9 เปอร์เซ็นต์ ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 52.0 - 81.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สถานีลำพูนมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปี 72.2 เปอร์เซ็นต์ ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 54.0 - 83.0 เปอร์เซ็นต์ (3) ความครึ้มของเมฆ ณ สถานีเชียงใหม่ มีค่าความครึ้มของเมฆเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 4.8 ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 2.0 - 8.0 ในขณะที่สถานีลำพูน มีค่าความครึ้มของเมฆเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 4.8 ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 1.0 - 8.0 (4) ความเร็วลม ณ สถานีเชียงใหม่ มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยรายปี 2.5 น็อต ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 1.5 - 3.5 น็อต ในขณะที่สถานีลำพูน มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยรายปี 1.0 น็อต ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 0.4 -1.7 น็อต และ (5) ปริมาณน้ำระเหย ณ สถานีเชียงใหม่ มีค่าปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยรายปี1,608 มิลลิเมตร ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 96 -185 มิลลิเมตรในขณะที่สถานีลำพูน มีค่าปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยรายปี 1,694 มิลลิเมตร ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 96 - 213 มิลลิเมตร

2.1.4 สภาพอุทกวิทยา

ปริมาณฝน ประเทศไทยอยู่ในเขตอิทธิพลลมมรสุม ซึ่งมีฝนตกหนักในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ นุชนารถ (2555) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนซึ่งตั้งอยู่ในลุ่มน้ำปิงตอนบน ตั้งแต่ปีที่มีการตรวจวัดจนถึงปี พ.ศ. 2553 จำนวน 68 สถานี สำหรับปริมาณฝนรายเดือนและรายปีที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนแสดงดังในตารางที่ 2 จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ปริมาณฝนในจังหวัดเชียงใหม่มีค่ามากกว่าจังหวัดลำพูน โดยมีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,144.5 และ 993.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากข้อมูลในแต่ละเดือนของปริมาณฝนทั้งสองสถานีจะเห็นว่าฤดูฝนจะอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม มีปริมาณฝนตกสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคมและกันยายนประมาณ 36 - 38% ของปริมาณฝนทั้งปี

ตารางที่ 2 ปริมาณฝนรายเดือนและรายปีที่สถานีตรวจอากาศจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน

หน่วย : มิลลิเมตร

จังหวัด	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
เชียงใหม่	44.1	161.2	142.4	164.8	219.8	211.2	120.0	41.8	13.5	9.1	4.5	12.1	1,144.5
ลำพูน	48.2	158.7	113.5	116.0	166.9	191.7	121.5	44.2	8.0	4.6	4.8	15.2	993.3
ค่าเฉลี่ย	46.2	160.0	128.0	140.4	193.4	201.5	120.8	43.0	10.8	6.9	4.7	13.7	1,068.9

ที่มา: นุชนารถ (2555)

2.2 พื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศไทย

2.2.1 ที่ตั้งและสภาพโดยทั่วไป

ประเทศไทย หรือชื่อทางการว่า ราชอาณาจักรไทย ตั้งอยู่บนคาบสมุทรอินโดจีนและมลายู ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีพื้นที่โดยประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร จัดเป็นประเทศขนาดใหญ่อันดับที่ 3 ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และใหญ่เป็นอันดับที่ 51 ของโลก ประเทศไทยอยู่ระหว่างละติจูด 5° 37′ ถึง 20° 30′ เหนือ และระหว่างลองจิจูด 97° 30′ ถึง 105° 30′ ตะวันออก มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับ ประเทศพม่าและลาว

ทิศตะวันออก ติดกับ ประเทศลาวและกัมพูชา

ทิศตะวันตก ติดกับ ประเทศพม่าและทะเลอันดามัน

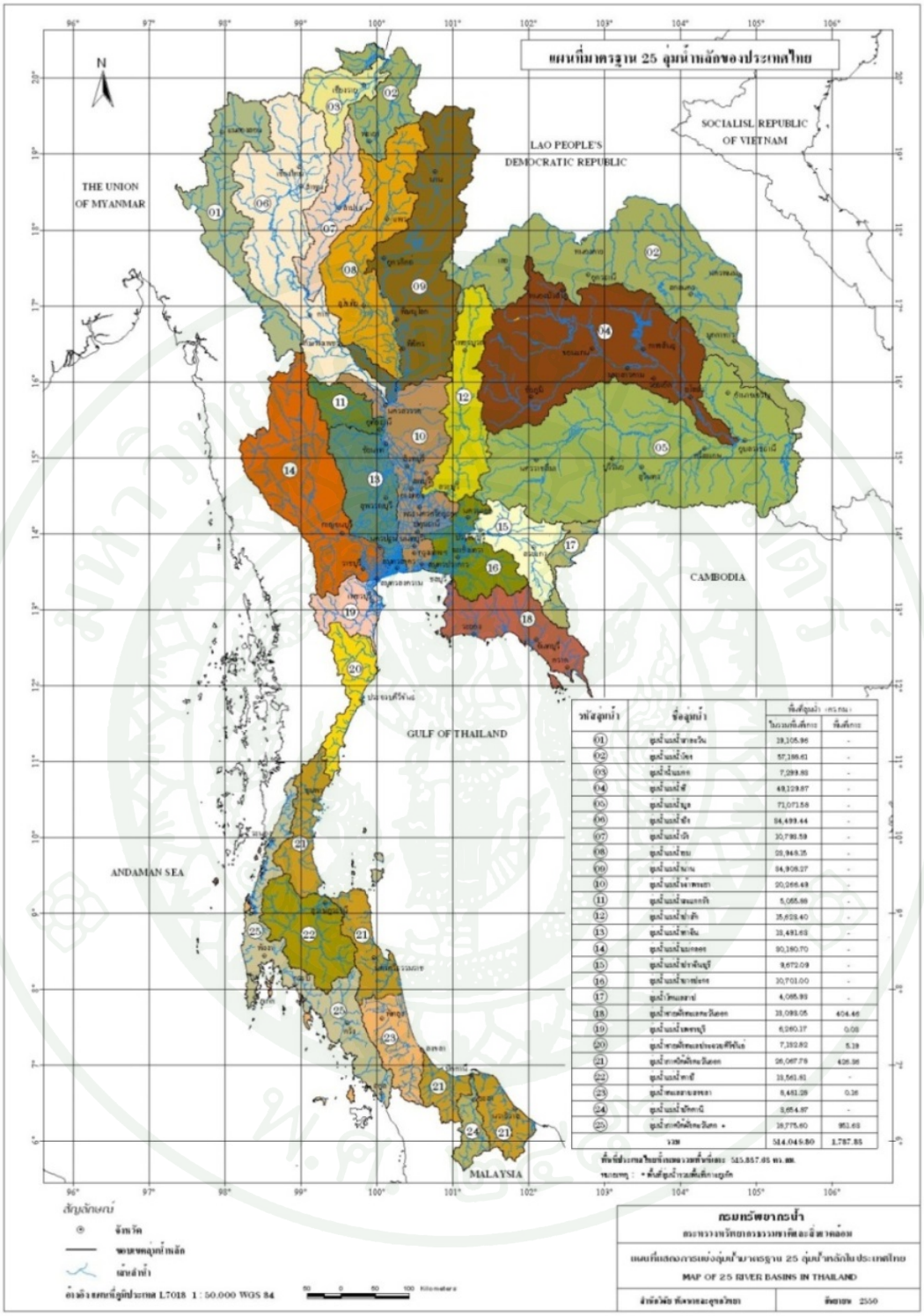
ทิศใต้ ติดกับ ประเทศมาเลเซียและอ่าวไทย

ความยาวจากจุดเหนือสุดและใต้สุดของประเทศมีระยะทาง 1,640 กิโลเมตร ในขณะที่ความกว้างจากจุดตะวันตกสุดไปถึงจุดตะวันออกสุดของประเทศ มีระยะทาง 780 กิโลเมตร

ประเทศไทยมีลักษณะภูมิประเทศที่หลากหลายประกอบด้วย เทือกเขา ป่าไม้ เนินเขา ที่ราบสูง ที่ราบหุบเขา ที่ราบลุ่มบริเวณแม่น้ำใหญ่หลายสาย ทะเล ชายหาด และเกาะแก่งต่างๆ

2.2.2 การแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำ

ประเทศไทยได้แบ่งลุ่มน้ำสำคัญออกเป็น 25 ลุ่มน้ำ และแบ่งออกเป็นลุ่มน้ำย่อย 254 ลุ่มน้ำย่อยตาม “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของคณะอนุกรรมการศูนย์ข้อมูลสารสนเทศอุทกวิทยา (น้ำผิวดิน) ภายใต้คณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติ (ปัจจุบันได้รวมอยู่ในกรมทรัพยากรน้ำ) โดยมีการนำข้อมูลจากแหล่งต่างๆ มาพิจารณาร่วม ได้แก่ แผนที่การแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำของหน่วยงานต่างๆในระบบ GIS รายงานการศึกษา แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ชลประทาน แนวคันกั้นน้ำท่วม และการสำรวจสนามในบางพื้นที่ รวมทั้งได้ใช้แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 อ้างอิงหมุดหลักฐาน WGS84 UTM Zone 47N จากกรมแผนที่ทหารมาใช้ในการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำ ประเทศไทยมีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 511,361 ตร.กม. (ไม่รวมพื้นที่เกาะต่างๆ ยกเว้นเกาะภูเก็ต) แสดงดังในภาพที่ 4 และสรุปพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำดังในตารางที่ 3



ภาพที่ 4 การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำหลักตามแผนที่มาตรฐาน 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2552)

ตารางที่ 3 รหัสลุ่มน้ำและขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำในแต่ละลุ่มน้ำหลักทั้ง 25 ลุ่มน้ำ ของประเทศไทย

รหัสลุ่มน้ำหลัก	ชื่อลุ่มน้ำหลัก	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)
01	แม่น้ำสาละวิน	19,105.94
02	แม่น้ำโขง	57,188.60
03	แม่น้ำกก	7,299.83
04	แม่น้ำชี	49,129.87
05	แม่น้ำมูล	71,071.57
06	แม่น้ำปิง	34,499.39
07	แม่น้ำวัง	10,793.57
08	แม่น้ำยม	23,948.15
09	แม่น้ำน่าน	34,908.11
10	แม่น้ำเจ้าพระยา	20,266.49
11	แม่น้ำสะแกกรัง	5,055.88
12	แม่น้ำป่าสัก	15,623.36
13	แม่น้ำท่าจีน	13,491.63
14	แม่น้ำแม่กลอง	30,180.71
15	แม่น้ำปราจีนบุรี	9,672.10
16	แม่น้ำบางปะกง	10,700.71
17	โตนเลสาป	4,085.93
18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	13,093.05
19	แม่น้ำเพชรบุรี	6,260.17
20	ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์	7,132.81
21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	26,067.89
22	แม่น้ำตาปี	13,561.81
23	ทะเลสาบสงขลา	8,481.28
24	แม่น้ำปัตตานี	3,654.87
25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	18,775.60
	รวม	514,049.33

หมายเหตุ: สรุปข้อมูลดิจิตอลในภาพแบบ shapefile จากสำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ (2550)

2.2.3 สภาพภูมิอากาศ

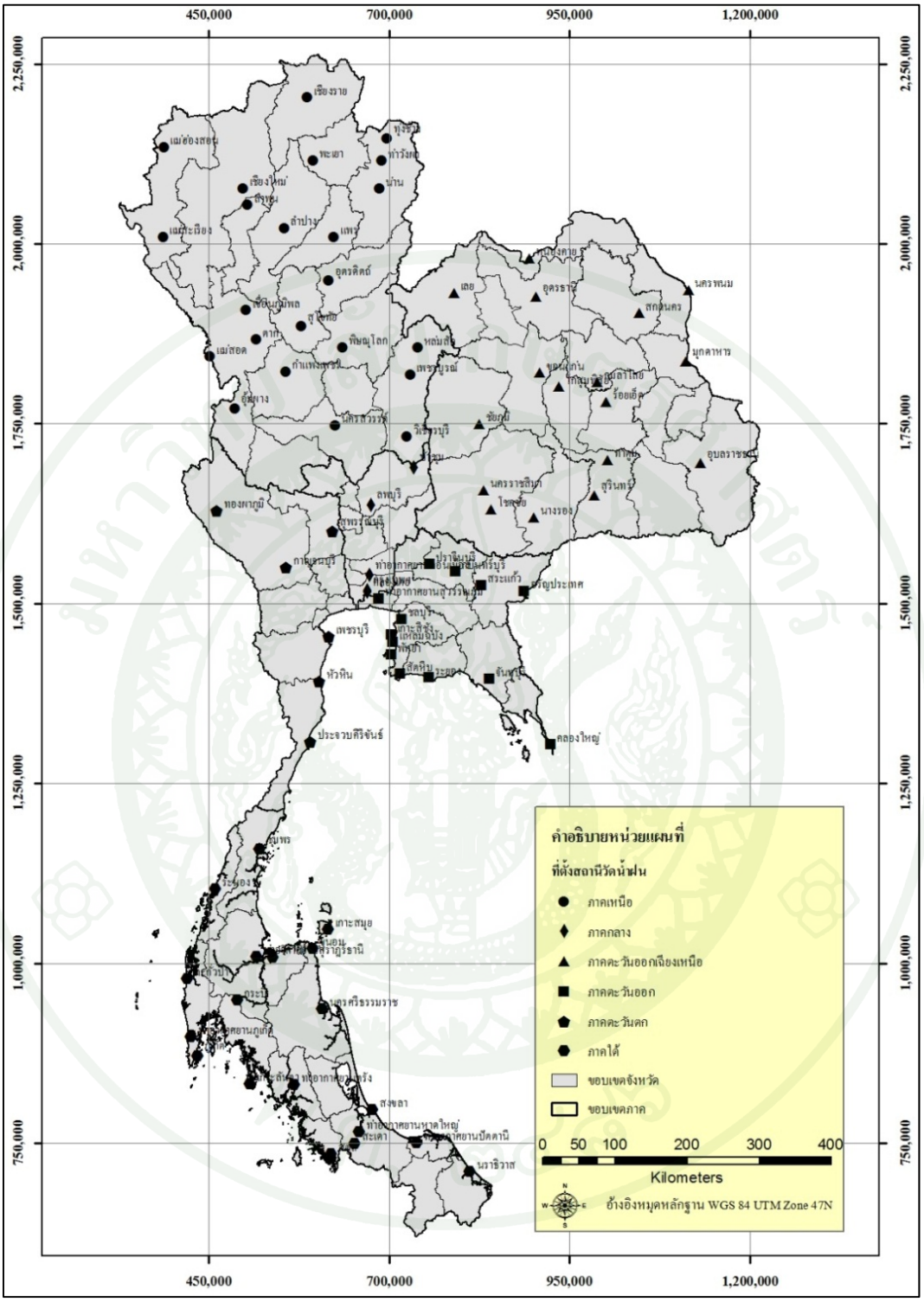
ลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย ถ้าแบ่งตามระบบการจำแนกประเภทภูมิอากาศแบบ Koeppen พบว่า ประเทศไทยจัดอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อน (Tropical climate) กล่าว คือ มีฝนตกมากและมีอุณหภูมิสูงตลอดปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง19-38 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนที่หนาวที่สุดสูงกว่า 18 องศาเซลเซียส ในภูมิอากาศเขตร้อนนี้สามารถแบ่งเป็นเขตภูมิอากาศย่อยได้อีก 3 ลักษณะ คือ (1) ภูมิอากาศแบบร้อนชื้นสลับแล้ง หรือแบบทุ่งหญ้าสะวันนา (Tropical wet-dry climate or Tropical savannah climate : Aw) พื้นที่ตั้งแต่บริเวณหัวหินขึ้นมาจนถึงภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคตะวันออก โดยบริเวณดังกล่าวจะมีฤดูฝนสลับกับฤดูแล้งอย่างละ 6 เดือน กล่าว คือ ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีฝนตกตลอดฤดู แต่ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือฤดูหนาวอากาศจะแห้งแล้ง (2) ภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน (Tropical monsoon climate : Am) เป็นภูมิอากาศที่มีฝนตกชุก แต่จะมีอย่างน้อย 3 เดือนที่มีฝนตกน้อยกว่า 62 มิลลิเมตร (2.4 นิ้ว) พื้นที่ที่มีภูมิอากาศแบบนี้ ได้แก่บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย และภาคตะวันออกบริเวณ จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด และ (3) ภูมิอากาศแบบป่าฝนเขตร้อน (Tropical rainforest climate : Af) เป็นภูมิอากาศที่มีฝนตกชุกตลอดปี โดยทั่วไปฝนตกมากกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ไม่มีเดือนใดเลยที่มีฝนตกน้อยกว่า 62 มิลลิเมตร (2.4 นิ้ว) ได้แก่ บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกตั้งแต่ จังหวัดชุมพรลงไปจนจดชายแดน มาเลเซีย

นอกจากนี้อิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และพายุดีเปรสชั่นจากทะเลจีนใต้ ทำให้ประเทศไทยเข้าสู่ฤดูฝนและฤดูหนาวตามลำดับ โดยทิศทางของลมมรสุม พายุไต้ฝุ่น และตำแหน่งของร่องความกดอากาศในประเทศไทย แสดงดังในภาพที่ 3

2.2.4 สภาพอุทกวิทยา

ประเทศไทยอยู่ในเขตอิทธิพลลมมรสุม ซึ่งมีฝนตกหนักในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และเมื่อนำข้อมูลความลึกฝนจากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาประจำจังหวัดและสถานีตรวจอากาศที่สำคัญบางสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 85 สถานีทั่วประเทศ ซึ่งเป็นข้อมูลในระหว่างปี พ.ศ. 2529 ถึง พ.ศ. 2548 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจอากาศเหล่านี้ลงในแผนที่ประเทศไทยที่แสดงการแบ่งภูมิภาคตามเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น เพื่อแสดงการกระจายของที่ตั้งของสถานีทุกสถานี ดังแสดงในภาพที่ 5 สำหรับข้อมูลโดยสรุปนั้น ได้ทำการสรุปเป็นความลึกฝนเฉลี่ย ความลึกฝนเฉลี่ยสูงสุด และความลึกฝนเฉลี่ยต่ำสุด แบบรายเดือนและรายปี ของสถานีวัดน้ำฝน

ในแต่ละภาค ดังในตารางที่ 4 จากตารางดังกล่าวสรุปได้ว่า ประเทศไทยนั้น มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยเท่ากับ 1,586 มิลลิเมตร บริเวณลุ่มน้ำทางภาคใต้มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมากกว่า 2,200 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ภาคตะวันออก 1,710 มิลลิเมตร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1,405 มิลลิเมตร ภาคกลาง 1,356 มิลลิเมตร ภาคเหนือ 1,223 มิลลิเมตร และภาคตะวันตก 1,141 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยเดือนที่มีปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 250 มิลลิเมตร ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 20 มิลลิเมตร นอกจากนั้นแล้ว เมื่อพิจารณาสถานีที่มีความลึกฝนรายปีเฉลี่ยสูงสุด พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 4,780 มิลลิเมตร ซึ่งตรวจวัดได้ที่อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด ส่วนสถานีที่มีความลึกฝนรายปีเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ สถานีลำพูนโดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 984 มิลลิเมตร (นุชนารถ, 2556)



ภาพที่ 5 ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาประจำจังหวัด

ที่มา: นุชนารถ (2555)

ตารางที่ 4 สรุปความลึกฝนเฉลี่ย ความลึกฝนเฉลี่ยสูงสุดและความลึกฝนเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือนและรายปีของสถานีวัดน้ำฝน โดยจำแนกเป็นรายภาค

(หน่วย: มิลลิเมตร)

	ภาคเหนือ			ภาคกลาง			ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ			ภาคตะวันออก			ภาคตะวันตก			ภาคใต้			รวมทั้งประเทศ		
เดือน	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
เม.ย.	107.6	35.6	69.0	95.1	75.5	81.4	99.3	64.8	80.6	167.5	43.2	85.4	88.3	31.6	58.2	205.1	60.3	113.6	205.1	31.6	84.8
พ.ค.	223.0	143.2	175.3	240.6	142.3	191.4	268.3	151.0	193.9	440.3	128.0	199.9	220.1	94.1	130.9	497.4	118.9	205.0	497.4	94.1	187.9
มิ.ย.	254.8	93.6	157.1	162.3	107.8	138.4	416.5	112.2	213.6	835.3	98.4	234.2	239.2	71.0	110.8	655.0	87.0	192.7	835.3	71.0	184.6
ก.ค.	334.2	69.2	171.8	168.9	115.4	144.1	506.0	109.3	212.8	933.6	77.5	231.1	325.6	79.8	130.6	642.1	87.5	199.1	933.6	69.2	191.3
ส.ค.	342.5	113.2	221.0	216.2	155.0	181.0	562.5	159.3	263.1	1117.0	90.1	269.5	313.5	64.3	130.7	808.7	118.7	249.7	1117.0	64.3	235.2
ก.ย.	277.7	164.8	221.3	339.8	242.6	292.8	330.0	197.6	241.5	610.3	206.2	308.3	226.4	88.6	176.3	671.2	124.2	261.9	671.2	88.6	249.7
ต.ค.	228.9	43.5	112.0	280.9	99.9	197.6	137.7	49.9	100.0	315.9	150.9	212.6	286.2	155.4	236.6	516.4	227.4	304.6	516.4	43.5	186.4
พ.ย.	54.1	14.6	31.6	55.3	29.7	42.9	41.8	9.5	20.9	67.8	30.6	45.9	169.2	23.9	77.3	626.7	155.4	317.1	626.7	9.5	106.1
ธ.ค.	21.5	4.4	9.7	13.4	3.1	7.3	8.6	0.7	4.6	23.7	3.9	9.2	17.7	4.3	9.5	559.9	48.6	197.8	559.9	0.7	54.9
ม.ค.	11.9	0.9	4.9	18.1	6.5	10.8	6.9	0.9	3.6	44.5	4.1	18.1	31.7	4.1	13.1	132.9	10.0	54.3	132.9	0.9	19.8
ก.พ.	29.3	6.1	12.9	35.9	5.6	17.6	36.9	7.8	20.7	83.2	10.0	25.5	17.8	3.8	12.8	105.7	8.7	40.3	105.7	3.8	23.4
มี.ค.	63.5	17.7	34.5	58.7	36.6	45.4	62.3	24.7	45.6	122.7	20.2	58.0	82.1	26.2	45.9	160.1	33.7	91.9	160.1	17.7	56.0
รายปี	1649.0	983.5	1223.0	1647.9	1073.4	1356.7	2375.4	1037.9	1405.0	4780.1	1024.4	1710.6	1669.0	989.4	1141.0	4145.8	1567.9	2235.0	4780.1	983.5	1586.1

ที่มา: นุชนารถ (2555)

3. การรับรู้ระยะไกล

การรับรู้จากระยะไกล หรือ รีโมทเซนซิ่ง คือ เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะในการได้มาซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุพื้นที่หาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ พื้นที่และปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ซึ่งเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสกับวัตถุเป้าหมาย ซึ่งสามารถหาคุณลักษณะของวัตถุได้ จากลักษณะการสะท้อนหรือการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า จากวัตถุนั้น ๆนั้น คือ วัตถุแต่ละชนิดจะมีลักษณะการสะท้อนแสงหรือการแผ่รังสีที่เฉพาะตัวและแตกต่างกันไป ถ้าวัตถุหรือสภาพแวดล้อมเป็นคนละประเภทกัน เครื่องมือที่ใช้วัดค่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุ เรียกว่า เครื่องวัดจากระยะไกล (Remote sensor) หรือ เครื่องวัด (sensor) ตัวอย่าง เช่น กล้องถ่ายรูป หรือ เครื่องกวาดภาพ (scanner) สำหรับยานพาหนะที่ใช้ติดตั้งเครื่องวัด เรียกว่า ยานสำรวจ (platform) ได้แก่ เครื่องบิน หรือ ดาวเทียม สำหรับข้อมูลที่สำรวจจากระยะไกลนั้นจะผ่านกระบวนการวิเคราะห์แบบอัตโนมัติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์และการแปลด้วยสายตา แล้วจึงนำไปประยุกต์ใช้ในด้านเกษตร การใช้ที่ดิน ป่าไม้ ธรณีวิทยา อุทกวิทยา สมุทรศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา ฯลฯ

4. ตัวรับรู้ข้อมูลจากระยะไกล MODIS

4.1 รายละเอียดของข้อมูล MODIS

MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer) เป็นตัวรับรู้ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกลซึ่งได้รับการพัฒนามาจากระบบ AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) ที่ติดตั้งบนดาวเทียม TERRA และ AQUA ซึ่งสามารถติดตามสถานการณ์ต่าง ๆ ในระดับภูมิภาคทุก 1-2 วัน มีแนวถ่ายภาพกว้าง 2,330 กิโลเมตร ทำให้ถ่ายภาพครอบคลุมทั่วประเทศไทยเพียงครั้งเดียว และสามารถถ่ายภาพได้วันละ 2 ช่วง คือ ช่วงเช้า (10:00 - 11:00 น.) โดยดาวเทียม TERRA และ ช่วงบ่าย (13:00 - 14:00 น.) โดยดาวเทียม AQUA ข้อมูลที่ได้รับโดยตรงจากตัวรับรู้ MODIS สามารถบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นต่างๆ กันถึง 36 ช่วงคลื่น ระหว่าง 0.4 - 1.4 ไมโครเมตร (รายละเอียด 250 เมตร - 2 ช่วงคลื่น, รายละเอียด 500 เมตร - 5 ช่วงคลื่น และรายละเอียด 1,000 เมตร - 29 ช่วงคลื่น) ครอบคลุมตั้งแต่ช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็นไปจนถึงอินฟราเรดความร้อน ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้หลากหลายภาพแบบ เช่น การแยกแยะสิ่งปกคลุมดิน คุณสมบัติของเมฆและละอองลอยในบรรยากาศ สีของมหาสมุทรและการตรวจหาแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) อุณหภูมิของพื้นผิวดิน

และมหาสมุทร เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีช่วงเวลาของข้อมูลให้เลือกทั้งช่วงเวลา 1, 8, 16 วัน รายเดือน และรายปี ให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของช่วงเวลาที่ต้องการของผู้ใช้งานอีกด้วย

4.2 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ MOD09A1

ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้ข้อมูลจากตัวรับรู้ MODIS จากดาวเทียม Terra โดยการดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ http://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLT/ ทั้งนี้โดยเลือกใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ MOD09A1-V005 ซึ่งเป็นข้อมูลราย 8 วัน ที่มีความละเอียดจุดภาพ 500 เมตร ที่ผ่านการตรวจพิสูจน์ข้อมูลเรียบร้อยแล้วโดยข้อมูลชุดนี้จัดอยู่ในเวอร์ชั่นที่ 5 (V005) ซึ่งเป็นเวอร์ชั่นที่ให้บริการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2000 จนถึงปัจจุบัน ในการศึกษานี้ได้เลือกศึกษาข้อมูลในปี พ.ศ. 2544 และ พ.ศ. 2553 สำหรับรายละเอียดของข้อมูลผลิตภัณฑ์ MOD09A1 แสดงดังในตารางที่ 5 ซึ่งในตารางดังกล่าวได้แสดงรายละเอียดของแบนด์ทั้ง 7 แบนด์ ที่เกี่ยวข้องกับชนิดและประเภทของข้อมูล ค่าที่ได้รับการเติมค่าในกรณีที่ข้อมูลที่ตรวจจับได้ไม่ถูกต้องซึ่งต้องนำออกก่อนการนำไปใช้ประโยชน์ ช่วงของข้อมูลที่แสดงไว้ รวมทั้งค่าแฟคเตอร์ที่ต้องนำไปคูณกับข้อมูลเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง นอกจากนั้นแล้ว ในตารางดังกล่าวได้แสดงลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ MOD09A1-V005 ต่าง ๆ เช่น Solar Zenith Angle, View Zenith Angle, Relative Zenith Angle และระยะการเก็บข้อมูล

ตารางที่ 5 รายละเอียดของข้อมูลผลิตภัณฑ์ MOD09A1

รายละเอียดข้อมูล	ประเภท	ชนิดข้อมูล	การเติมค่า	ช่วงของข้อมูล	แฟคเตอร์
500 m. ระยะการสะท้อนกลับจากพื้นผิว แบนด์1 (620 - 670 nm.)	คลื่นสะท้อนกลับ	16 - bit signed integer	-28672	-100 –16000	0.0001
500 m. ระยะการสะท้อนกลับจากพื้นผิว แบนด์ 2 (841 - 876 nm.)	คลื่นสะท้อนกลับ	16 - bit signed integer	-28672	-100 –16000	0.0001
500 m. ระยะการสะท้อนกลับจากพื้นผิว แบนด์ 3 (459 - 479 nm.)	คลื่นสะท้อนกลับ	16 - bit signed integer	-28672	-100 –16000	0.0001
500 m. ระยะการสะท้อนกลับจากพื้นผิว แบนด์ 4 (545 - 665 nm.)	คลื่นสะท้อนกลับ	16 - bit signed integer	-28672	-100 –16000	0.0001
500 m. ระยะการสะท้อนกลับจากพื้นผิว แบนด์ 5 (1230 -1250 nm.)	คลื่นสะท้อนกลับ	16 - bit signed integer	-28672	-100 –16000	0.0001
500 m. ระยะการสะท้อนกลับจากพื้นผิว แบนด์ 6 (1628 -1652nm.)	คลื่นสะท้อนกลับ	16 - bit signed integer	-28672	-100 –16000	0.0001
500 m. ระยะการสะท้อนกลับจากพื้นผิว แบนด์ 7 (2105 - 2155 nm.)	คลื่นสะท้อนกลับ	16 - bit signed integer	-28672	-100 –16000	0.0001
500 m. ระยะการสะท้อนกลับจากพื้นผิว แบนด์คุณภาพ	Bit Field	32 - bit unsigned integer	4294967295	NA	NA
Solar Zenith Angle	องศา	16 - bit signed integer	0	0 –18000	0.01
View Zenith Angle	องศา	16 - bit signed integer	0	0 –18000	0.01
Relative Zenith Angle	องศา	16 - bit signed integer	0	-18000 –18000	0.01
500m State Flags	Bit Field	16 - bit unsigned integer	65535	NA	NA
Day of year	Julian day	16 - bit unsigned integer	65535	1 – 366	NA

ที่มา: Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC) (2011)

5. ดัชนีภัยแล้งที่ประเมินจากข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล

ดัชนี *NDVI* เป็นดัชนีภัยแล้งแรกที่ได้มาจากการประยุกต์ใช้ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลในปี 1974 จากนั้นได้มีการพัฒนาดัชนีอื่น ๆ มาใช้ประเมินภาวะภัยแล้งด้านเกษตรกรรม อาทิเช่น ดัชนี *NDWI*, *NDDI*, *NMDI*, *VCI* เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษานี้ได้เลือกศึกษาดัชนี *NMDI* และ *VCI* เพื่อการติดตามภัยแล้ง รายละเอียดการประเมินดัชนีแต่ละตัวดังกล่าวสรุปได้ดังนี้

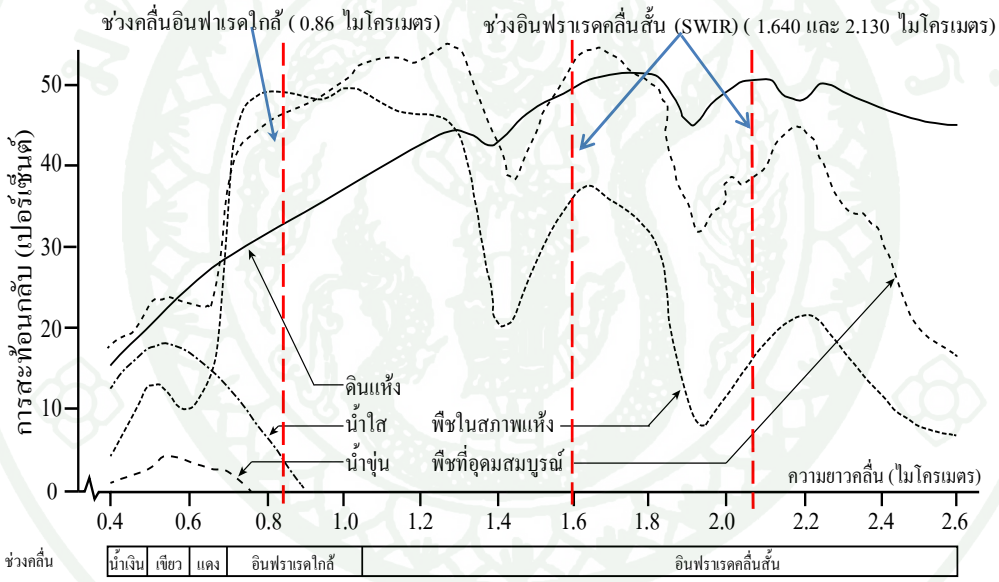
5.1 ดัชนีความแตกต่างจากค่าปกติของแบนด์ผสมของภัยแล้ง (Normalized Difference Multiband Drought Index (*NMDI*))

Sir William Herchel (1800) ได้ค้นพบอินฟาเรดสเปกตรัมตั้งแต่ในปี พ.ศ. 1800 และได้ศึกษาจนพบว่า รังสีอินฟาเรดมีความสามารถทะลุผ่านเมฆและหมอกที่หนาเกินกว่าแสงธรรมดาจะส่องผ่านได้ นอกจากนี้ คลื่นอินฟาเรดใกล้ (NIR) ซึ่งมีความยาวคลื่นในช่วง 0.75 ถึง 1.40 ไมโครเมตร สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีโดยเฉพาะด้านการสื่อสารเนื่องจากการสูญเสียของสัญญาณน้อยมาก แต่สามารถถูกดูดกลืนด้วยน้ำและช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) ถูกดูดกลืนด้วยน้ำง่ายเช่นเดียวกัน ด้วยคุณสมบัติของช่วงคลื่นดังกล่าว Wang and Qu (2007) จึงได้มีการพัฒนาดัชนีภัยแล้งขึ้นมาใหม่ ซึ่งก็ คือ ดัชนีค่าปกติของแบนด์ผสมของภัยแล้ง (*NMDI*) โดยดัชนีดังกล่าวไม่ได้รับผลกระทบเนื่องจากเมฆ และอิทธิพลของการสะท้อนจากพื้นดินออกโดยเฉพาะจากดินที่มีความชื้นบริเวณผิวดินมากเป็นผลให้ความชื้นของดินถูกนำไปรวมในการประเมินสภาพภัยแล้งที่เกิดกับพืชพรรณด้วย ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (1) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของ 3 ช่วงคลื่น คือ คลื่นอินฟาเรดใกล้ (NIR) ซึ่งมีศูนย์กลางความยาวช่วงคลื่นอยู่ประมาณ 0.860 ไมโครเมตร (แบนด์ที่ 2) และความยาวคลื่นในช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) ซึ่งมีศูนย์กลางความยาวช่วงคลื่นประมาณ 1.640 และ 2.130 ไมโครเมตร (แบนด์ที่ 6 และ 7 ตามลำดับ)

$$NMDI = \frac{(\mathrm{R0.860\ \mu m}) - \left((\mathrm{R1.640\ \mu m}) - (\mathrm{R2.130\ \mu m})\right)}{(\mathrm{R0.860\ \mu m}) + \left((\mathrm{R1.640\ \mu m}) - (\mathrm{R2.130\ \mu m})\right)} \quad (1)$$

เพื่อสร้างความเข้าใจในการประเมินค่าดัชนี *NMDI* จึงได้แสดงการสะท้อนกลับเชิงสเปกตรัมสำหรับพืช และดิน ดังในภาพที่ 6 จากรูปดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ในกรณีที่เป็นการสะท้อนกลับของพืชที่อุดมสมบูรณ์ จะได้การสะท้อนกลับของช่วงคลื่นอินฟาเรดใกล้ความยาวช่วงคลื่น 0.860 ไมโครเมตร (แบนด์ที่ 2) ประมาณ 48% การสะท้อนกลับของช่วงคลื่นอินฟาเรดคลื่นสั้น

ความยาวช่วงคลื่น 1.640 ไมโครเมตร (แบนด์ที่ 6) ประมาณ 53% และการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นอินฟาเรดคลื่นสั้นความยาวช่วงคลื่น 2.340 ไมโครเมตร (แบนด์ที่ 7) ประมาณ 42% ดังนั้น ค่าดัชนี *NMDI* ซึ่งคำนวณจากสมการที่ (1) จะมีค่าเท่ากับ 0.63 ส่วนการสะท้อนกลับของพืชในสภาพแห้งนั้นจะได้จากการสะท้อนกลับของแบนด์ที่ 2, 6 และ 7 เท่ากับ 48%, 38% และ18% ตามลำดับ ดังนั้น ค่าดัชนี *NMDI* จะมีค่าเท่ากับ 0.41 จึงแสดงให้เห็นว่า ดัชนี *NMDI* จะมีค่าสูงในกรณีพืชมีความอุดมสมบูรณ์และมีค่าต่ำเมื่อพืชมีสภาพแห้งแล้ง แต่ในกรณีที่เป็นดินแห้งนั้น การสะท้อนกลับของแบนด์ที่ 2, 6 และ 7 เท่ากับ 33%, 51% และ 50% ตามลำดับ ดังนั้น ค่าดัชนี *NMDI* จะมีค่าเท่ากับ 0.94 จึงแสดงให้เห็นว่า ดัชนี *NMDI* จะมีค่าสูงในกรณีที่เป็นดินแห้ง ซึ่งนับได้ว่าตรงกันข้ามกับการตอบสนองของพืช ดังนั้น ดัชนี *NMDI* จึงมีความสามารถในการแยกแยะการติดตามภัยแล้งที่เกิดกับดินและพืชพรรณได้



ภาพที่ 6 การสะท้อนกลับเชิงสเปกตรัมสำหรับพืช ดิน และน้ำ

ที่มา: ปรับปรุงจากนุชนารถ (2555)

5.2 ดัชนีสภาพพืชพรรณ (Vegetation Condition Index, *VCI*)

การใช้ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลเพื่อประเมินภัยแล้งได้รับการยอมรับตั้งแต่มีการพัฒนาดัชนีสภาพพืชพรรณ (Vegetation Condition Index, *VCI*) ที่เสนอโดย Kogan (1995a,b) โดย

การเปลี่ยนแปลงค่า *NDVI* ในช่วงต่าง ๆ ของแต่ละปี ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของภูมิอากาศและองค์ประกอบของระบบนิเวศ นอกจากนั้นแล้ว Kogan ยังได้พยายามแยกแยะ (discriminate) ระหว่างองค์ประกอบด้านภูมิอากาศและระบบนิเวศออกจากกัน โดย Kogan ได้ทำการปรับสเกลของ *NDVI* ให้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 จากนั้นจึงนำค่า *NDVI* สูงสุดและต่ำสุดสำหรับแต่ละตำแหน่งที่พิจารณามาคำนวณค่า *VCI* โดยใช้สูตรแสดงในสมการที่ (2)

$$VCI = \frac{(NDVI - NDVI_{\min})}{(NDVI_{\max} - NDVI_{\min})} \tag{2}$$

ดัชนีสภาพพืชพรรณเป็นดัชนีที่มีประสิทธิภาพในการติดตามภัยแล้ง และสามารถตรวจวัดช่วงเวลาที่เกิดภัยแล้ง ระดับความรุนแรงของภัยแล้ง ช่วงเวลาที่เกิด การเปลี่ยนแปลงตลอดจนผลกระทบที่มีต่อพืช ซึ่งดัชนีนี้สามารถติดตามภัยแล้งได้ทั้งในกรณีที่เป็นภัยแล้งที่จำแนกได้อย่างชัดเจน มีช่วงเวลาภัยแห้งที่ยาวนาน เกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้างตลอดจนมีระดับภัยแล้งที่รุนแรงกับกรณีที่เกิดภัยแล้งในระยะสั้น ๆ ที่ไม่ปรากฏภัยแล้งชัดเจน

6. วิธีการประเมินค่าส่วนกลับของระยะทางกำลังสอง (Inverse Distance Square, IDS)

วิธีการประเมินค่าส่วนกลับของระยะทางกำลังสอง (Inverse Distance Square, IDS) เป็นการประเมินค่าข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Exact Local Deterministic Interpolation โดยหลักของตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันย่อมมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ การประมาณค่าให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าจากผลรวมเชิงเส้นของค่าที่ทราบแล้วถ่วงน้ำหนักจุดให้ถูกจำกัดด้วยระยะทางจากจุดที่ไม่ทราบค่าไปยังจุดที่ทราบค่าต่อไป ซึ่งจุดที่ทราบค่าที่อยู่ใกล้สุดจะมีความสำคัญหรือมีค่าน้ำหนักมากที่สุดในการประมาณค่า ดังภาพที่ 7 ระดับของอิทธิพลแปรผกผันกับระยะทางระหว่างจุดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการเลือกจำนวนจุดที่ล้อมรอบมากจะส่งผลทำให้พื้นผิวมีความราบเรียบน้อยลง โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณแสดงดังในสมการที่ (3) และ (4)

$$W_i = \frac{\frac{1}{d_i^2}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i^2}} \tag{3}$$

$$P = \sum_{i=1}^{n} p_i W_i \tag{4}$$

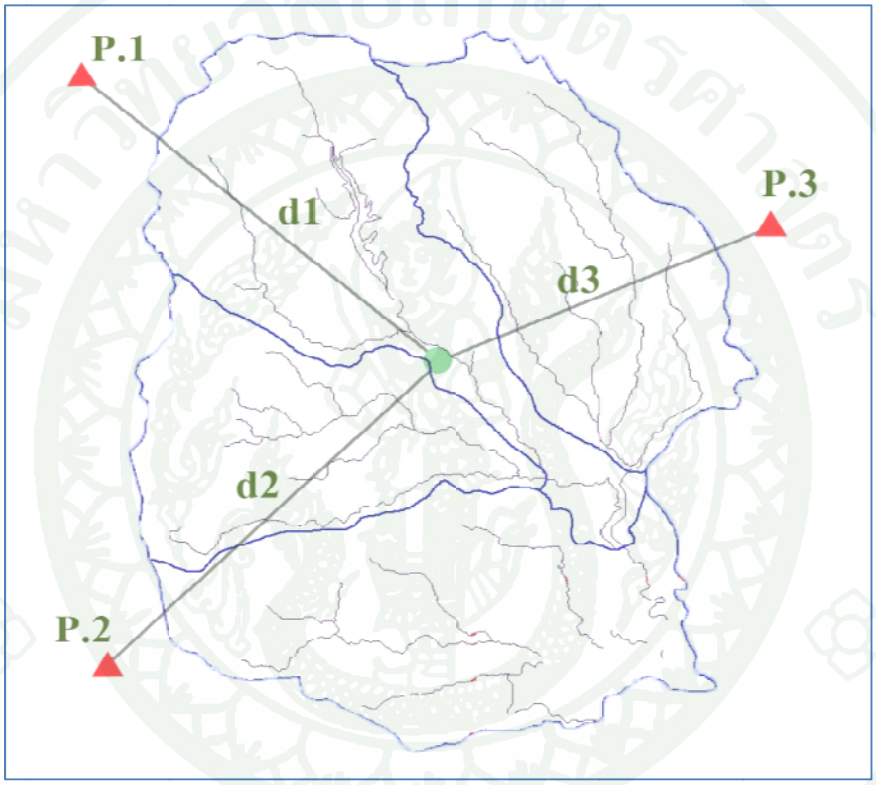
เมื่อ W_i = ค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับสถานีวัดน้ำฝนที่ตำแหน่ง i

d_i = ระยะทางระหว่างสถานีวัดน้ำฝนที่พิจารณาถึงจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

P = ความลึกฝนเฉลี่ยที่จุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่ลุ่มน้ำที่พิจารณา

pi = ความลึกฝนที่สถานีวัดน้ำฝนที่ตำแหน่ง i

n = จำนวนสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดที่พิจารณา



ภาพที่ 7 สถานีวัดน้ำฝนและระยะทางระหว่างสถานีวัดน้ำฝนแต่ละสถานีกับจุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำที่พิจารณา

7. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson coefficient of correlation) เป็นตัวชี้วัด ดังแสดงในสมการที่ 5 ซึ่งมีสัญลักษณ์ คือ r และค่า r นี้อยู่ในช่วงระหว่าง -1 ถึง 1 ค่าที่อยู่ตรงกลาง คือ 0 หมายความว่าไม่มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงเลย ส่วนเครื่องหมายบวกหรือลบนั้น จะบอกให้ทราบว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางใด ถ้าเป็นเครื่องหมายลบจะบอกให้ทราบว่าตัวแปรทั้ง

สองมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม แต่ถ้าเป็นเครื่องหมายบวกจะบอกให้ทราบว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน โดยทั่วไปแล้วในการศึกษาด้านอุทกวิทยาค่า r ควรมีค่ามากกว่า 0.7 จึงจะถือว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n\sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}} \tag{5}$$

เมื่อ r_{xy} = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$\sum X$ = ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 1 (X)

$\sum Y$ = ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 2 (Y)

$\sum XY$ = ผลรวมของผลคูณระหว่างข้อมูลตัวแปรที่ 1 และ 2

$\sum X^2$ = ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 1

$\sum Y^2$ = ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 2

N = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การพิจารณาตัวแปรระหว่างค่าดัชนีภัยแล้งชนิดต่างๆและความลึกฝนโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แบบเพียร์สัน จะพิจารณาจากเกณฑ์ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ระดับความสัมพันธ์
0.80 ขึ้นไป	สูงหรือสูงมาก
0.60 – 0.79	ค่อนข้างสูง
0.40 – 0.59	ปานกลาง
0.20 – 0.39	ค่อนข้างต่ำ
ต่ำกว่า 0.20	ต่ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ 1 ชุด และโปรแกรมประมวลผลข้อมูลดาวเทียม เช่น โปรแกรม hegWIN, EADAS, ArcGIS 9.0 เป็นต้น

2. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS ความละเอียด 500x500 ตารางเมตร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

3. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

4. อุปกรณ์สำนักงาน

วิธีการ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง “การประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* เพื่อการติดตามภัยแล้ง” มีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้

1. รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล

2. การประมวลผลข้อมูลดาวเทียม Terra ระบบ MODIS

3. การประเมินดัชนี *NMDI* และ *VCI* เฉลี่ยรายเดือนสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบนและการจัดลำดับสภาพความชุ่มชื้นและความแห้งแล้ง

4. การเปรียบเทียบผลจากการประเมินค่าระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI*

5. การประมวลผลข้อมูลความลึกฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่

6. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI* กับความลึกฝนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

7. การคัดเลือกดัชนีภัยแล้งเพื่อใช้ประเมินภัยแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำของประเทศไทย

8. สรุปผลการประเมินดัชนีภัยแล้งในลุ่มน้ำทั้ง 25 ลุ่มน้ำ ของประเทศไทย

เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายสำหรับการดำเนินงาน จึงได้แสดงแผนภูมิดังในภาพที่ 8 สำหรับรายละเอียดของแนวทางการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนแสดงดังในหัวข้อต่อไปนี้

รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล

↓

การประมวลผลข้อมูลดาวเทียม Terra ระบบ MODIS

↓

การประเมินดัชนี *NMDI* และ *VCI* เฉลี่ยรายเดือนสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบนและการจัดลำดับสภาพความชุ่มชื้นและความแห้งแล้ง

↓

การเปรียบเทียบผลจากการประเมินค่าระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI*

↓

การประมวลผลข้อมูลความลึกฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่

↓

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI* กับความลึกฝนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

↓

การคัดเลือกดัชนีภัยแล้งเพื่อใช้ประเมินภัยแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำของประเทศไทย

↓

สรุปผลการประเมินดัชนีภัยแล้งในลุ่มน้ำทั้ง 25 ลุ่มน้ำ ของประเทศไทย

ภาพที่ 8 แผนภูมิภาพรวมแสดงวิธีดำเนินงานวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล

1.1 ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS ชุดผลิตภัณฑ์ MOD09A1 จากเว็บไซต์ ftp://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLT เป็นข้อมูลราย 8 วัน โดยข้อมูลเริ่มต้น ณ วันที่ 1 มกราคมของทุกปี และมีความละเอียดเชิงพื้นที่ 500 เมตร การดาวน์โหลดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนั้น จะเลือกเฉพาะไฟล์ข้อมูลที่ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย h27v06, h27v07, h27v08, h28v07 และ h28v08 ดังภาพที่ 9 ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 มีจำนวนทั้งสิ้น 2,300 ไฟล์ (460 ภาพครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย)

ภาพที่ 9 หน้าต่างแสดงไฟล์ข้อมูลที่ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย ณ วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2544

1.2 ข้อมูลความลึกฝนรายวัน

ข้อมูลความลึกฝนที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้น เป็นข้อมูลความลึกฝนแบบรายวันที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนและบริเวณโดยรอบในระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 ซึ่งทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทาน โดยขั้นตอนการคัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนนั้น ในเบื้องต้นจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของพิกัดสถานีลุ่มน้ำปิงตอนบนและบริเวณโดยรอบว่าตรงกับรายชื่อและตำแหน่งที่ตั้งหรือไม่ จากนั้นจึงทำการคัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนที่มีการเก็บข้อมูลยาวนานกว่า 6 ปี และมีความเหมาะสมในการประเมินความลึกฝนสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน จากการใช้เงื่อนไขดังกล่าว ทำให้ได้สถานีที่ได้รับการคัดเลือกจำนวนทั้งสิ้น 65 สถานี สำหรับตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนเหล่านี้ แสดงดังในตารางที่ 6 และ ภาพที่ 10 โดยเป็นสถานีในลุ่มน้ำจำนวน 42 สถานี และรอบลุ่มน้ำ 23 สถานี โดยก่อนการนำข้อมูลความลึกฝนรายวันทั้ง 65 สถานี ไปใช้งานนั้นจำเป็นต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลฝนรายวัน โดยการตรวจสอบนั้น ได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกฝนแบบรายเดือนเป็นลำดับแรกว่ามีความผิดปกติหรือไม่ โดยเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยในเดือนเดียวกันของสถานีที่พิจารณา รวมทั้งเปรียบเทียบกับสถานีที่อยู่ใกล้เคียงในเดือนเดียวกันและปีเดียวกัน ในกรณีที่พบความผิดปกติจึงพิจารณารายละเอียดของข้อมูลความลึกฝนรายวันต่อไป และเมื่อทราบว่าเกิดความผิดพลาดแน่นอนแล้ว ก็จะไม่นำข้อมูลความลึกฝนที่ผิดปกติมาใช้งานเพื่อให้ผลการศึกษามีความถูกต้องแม่นยำ จากนั้นทำการคัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยนั้น โดยเลือกจากสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อย ส่วนสถานีที่อยู่โดยรอบนั้นจะพิจารณาเลือกสถานีโดยรอบที่อยู่ใกล้เคียงกับลุ่มน้ำในทุกทิศทาง จากแนวทางดังกล่าวได้คัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยทั้ง 14 ลุ่มน้ำของลุ่มน้ำปิงตอนบนแสดงดังในตารางที่ 7 โดยตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกในแต่ละลุ่มน้ำย่อยแสดงดังในภาคผนวก ก (ภาพผนวกที่ ก.1 ถึง ก.14)

ตารางที่ 6 ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน

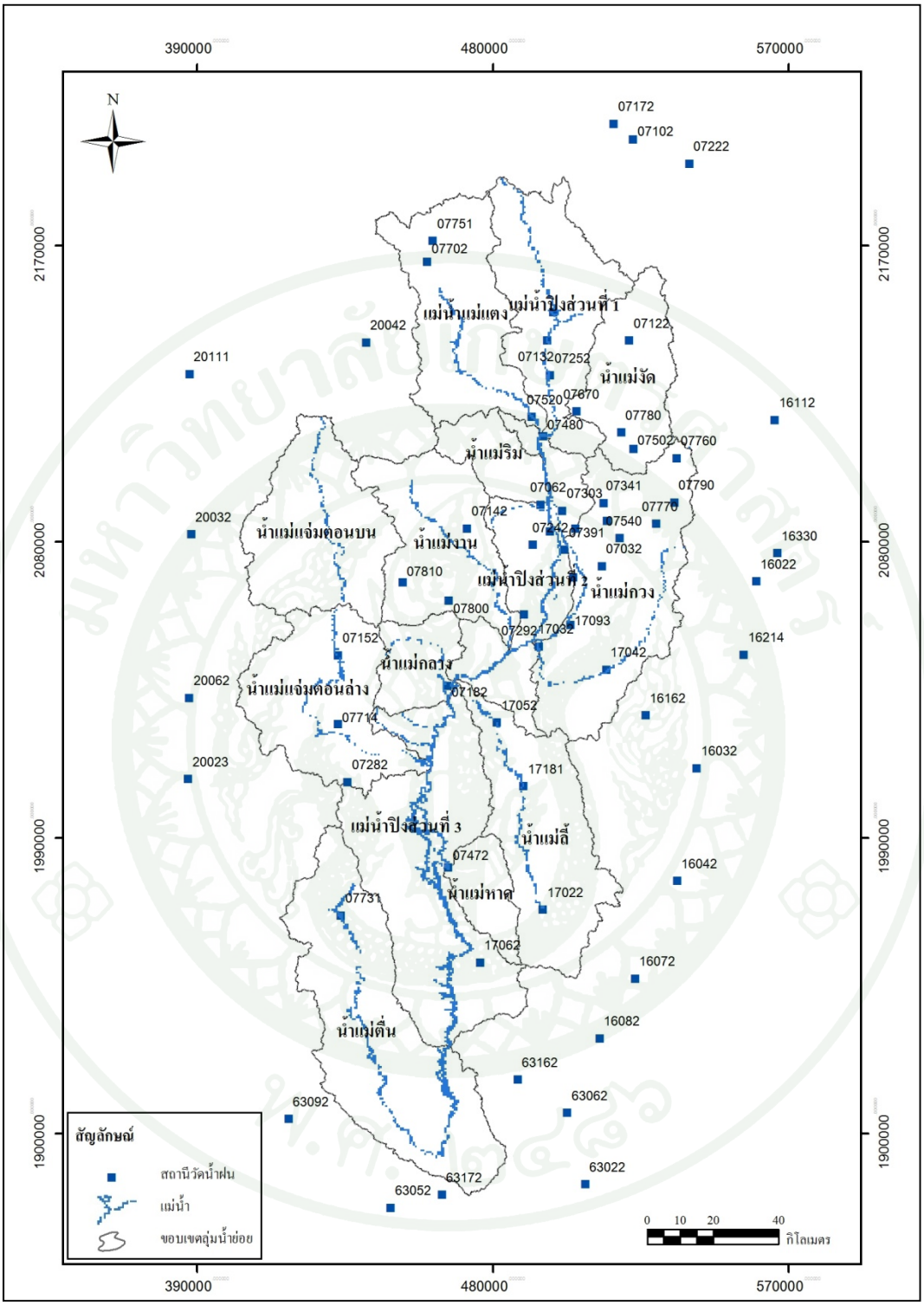
รหัสสถานี	ตำแหน่งที่ตั้งสถานี	ละติจูด	ลองติจูด	ช่วงปีสถิติข้อมูล
07013	อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่	497424	2083093	2001-2010
07022	อ.สารภี จ.เชียงใหม่	504363	2069109	2001-2010
07032	อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่	513117	2072525	2001-2010
07042	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	505091	2083954	2001-2010
07052	อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	514687	2086326	2001-2010
07062	อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่	494500	2091208	2001-2006, 2008-2010
07102	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	522676	2202335	2001-2010
07122	อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	521499	2141165	2001-2010
07132	อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่	496499	2141184	2001-2010
07142	อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่	472171	2084005	2001-2010
07152	อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	432967	2045438	2001-2010
07172	สถานีทดลองพืชสวน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	516799	2207032	2001-2010
07182	อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่	466174	2036222	2001-2010
07222	กองสำรวจและผลิตวัตถุดิบ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	539700	2194927	2001-2008
07242	อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ - ปุย จ.เชียงใหม่	492097	2079007	2001-2010
07252	ศูนย์วิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำดอยเชียงดาว จ.เชียงใหม่	497431	2130549	2001-2010
07282	ศูนย์ปลูกพันธุ์ไม้ดอยบ่อแก้ว อ.ฮอด จ.เชียงใหม่	435800	2006917	2001-2010
07292	สถานีทดลองข้าว อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่	489509	2057801	2001-2010
07303	อากาศเกษตรแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	501137	2089398	2001-2010
07341	แม่กวง (P.-25) อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	513747	2091734	2001-2010
07391	สำนักงานชลประทานที่ 1 จ.เชียงใหม่	501785	2077499	2001-2010
07472	นิคมสร้างตนเองเขื่อนภูมิพล กิ่ง อ.ดอยเต่า จ.เชียงใหม่	466460	1980994	2001-2010
07480	ฝานสินธุกิจปรีชา (ฝายแม่แฝก) จ.เชียงใหม่	495354	2112138	2001-2010

ตารางที่ 6 (ต่อ)

รหัสสถานี	ตำแหน่งที่ตั้งสถานี	ละติจูด	ลองติจูด	ช่วงปีสถิติข้อมูล
07502	สวนป่าแม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	522795	2108218	2001-2010
07520	หัวงานแม่แตง จ.เชียงใหม่	491879	2117918	2001-2010
07540	ไซฟอนแม่โป่ง (ตอน 2) อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	518496	2081073	2001-2010
07670	โครงการแม่งัด (P.-28A) จ.เชียงใหม่	505520	2119577	2001-2010
07702	อ. เวียงแหง จ.เชียงใหม่	460058	2165049	2001-2010
07714	สวนป่าแม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	432894	2024507	2001-2009
07722	อ. เชียงดาว จ.เชียงใหม่	498308	2149821	2001-2010
07731	บ้านแม่ตื๋น (P.-46) อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่	433783	1966355	2001-2010
07751	บ้านเมืองปอก(P.65) อ.เวียงแหง จ.เชียงใหม่	461732	2171439	2001-2003, 2005-2010
07760	อนามัยห้วยหม้อ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	535864	2105380	2001-2010
07770	สถานีบ้านห้วยแก้ว อ. แม่ออน จ.เชียงใหม่	529670	2085391	2001-2010
07780	อนามัยนาเม็ง อ.พร้าว จ.เชียงใหม่	519078	2113223	2001-2010
07790	บ้านปางไฮ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	535188	2091947	2001-2010
07800	บ้านสบวิน (P.82) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	466601	2062130	2003-2010
07810	โครงการทุ่งหลวง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	452552	2067693	2003-2010
16022	อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง	560128	2067944	2001-2010
16032	อ.เกาะคา จ.ลำปาง	542006	2011159	2001-2007, 2010
16042	อ.สบปราบ จ.ลำปาง	536076	1976850	2001-2010
16072	อ.เถิน จ.ลำปาง	523222	1947143	2001-2010
16082	อ.แม่พริก จ.ลำปาง	512506	1929003	2001-2010
16112	อ.วังเหนือ จ.ลำปาง	565754	2116989	2001-2010
16162	สวนป่าทุ่งเกวียน อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง	526415	2027205	2001-2010
16214	สวนป่าแม่ทรายคำ อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง	556299	2045588	2001-2010
16330	สถานี W.16A อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง	566512	2076510	2001-2010

ตารางที่ 6 (ต่อ)

รหัสสถานี	ตำแหน่งที่ตั้งสถานี	ละติจูด	ลองติจูด	ช่วงปีสถิติข้อมูล
17022	อ.ลี้ จ.ลำพูน	495201	1968089	2001-2010
17032	อ.ป่าซาง จ.ลำพูน	494077	2048118	2001-2010
17042	อ.แม่ทา จ.ลำพูน	514488	2041054	2001-2010
17052	อ.บ้านโฮ่ง จ.ลำพูน	481242	2024984	2001-2010
17062	บ้านก้อจัดสรร หมู่ที่ 4 อ.ลี้ จ.ลำพูน	476135	1952092	2001-2010
17093	สถานีตรวจอากาศ จ.ลำพูน	503516	2054725	2001-2010
17181	สถานี P.76 อ.ลี้ จ.ลำพูน	489363	2005646	2003-2010
20023	อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน	387321	2007845	2001-2010
20032	อ.ขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน	388258	2082259	2001-2010
20042	อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน	441419	2140540	2001-2008, 2010
20062	กิ่ง อ.แม่ลาน้อย จ.แม่ฮ่องสอน	387699	2032464	2001-2010
20111	น้ำปาย (SW.-5A) อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน	387793	2130986	2001-2010
63022	อ.บ้านตาก จ.ตาก	508100	1884658	2001-2010
63052	อ.แม่ระมาด จ.ตาก	448961	1877466	2001-2010
63062	อ.สามเงา จ.ตาก	502599	1906351	2001-2010
63092	อ.ท่าสองยาง จ.ตาก	417928	1904548	2001-2010
63162	บ้านโสมง อ.สามเงา จ.ตาก	487604	1916434	2001-2010
63172	บ้านอูมวาบ อ.สามเงา จ.ตาก	464522	1881429	2001-2010



ภาพที่ 10 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำปิงตอนบนและบริเวณโดยรอบจำนวน 65 สถานีที่ใช้ในการศึกษา

ตารางที่ 7 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

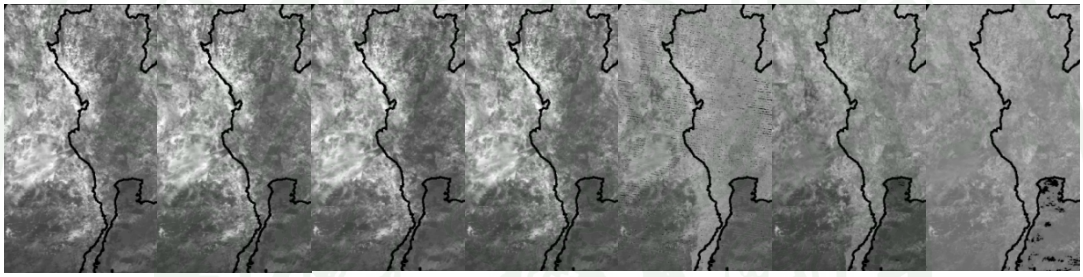
ลุ่มน้ำย่อย	จำนวนสถานีวัดน้ำฝนที่คัดเลือก	รหัสสถานีวัดน้ำฝนที่คัดเลือก
แม่ปิงส่วนที่ 1	11	07132, 07722, 07252, 07702, 07751, 07122, 07780, 07222, 07520, 07670, 07172
แม่งัด	10	07122, 07780, 07502, 07670, 07760, 07252, 07722, 07132, 07222, 16112
แม่แตง	11	07751, 07702, 07132, 07722, 07252, 07222, 20042, 07172, 20111, 07520, 07142
แม่ปิงส่วนที่ 2	15	07242, 07303, 07391, 07062, 07292, 07022, 17032, 07182, 17052, 07042, 07052, 17093, 07520, 07800, 07142
แม่ริม	6	20042, 07252, 07142, 07303, 07062, 07520
แม่กวง	15	07760, 07052, 07770, 07303, 07391, 07022, 17093, 17032, 17042, 16162, 16330, 07502, 07042, 17052, 16022
แม่งาน	9	07142, 07810, 07800, 07152, 07292, 07242, 07062, 20042, 07520
แม่ลี้	9	07182, 17052, 17181, 17022, 07472, 17062, 16162, 16042, 16072
แม่กลาง	7	07182, 07714, 07152, 07810, 17052, 07800, 07292
แม่ปิงส่วนที่ 3	10	07472, 17062, 07182, 07731, 63162, 17022, 07282, 07714, 17052, 17181
แม่แจ่มตอนบน	8	20111, 20042, 07142, 07810, 07152, 20062, 20032, 07800
แม่แจ่มตอนล่าง	8	20032, 07810, 07152, 07714, 20062, 20023, 07282, 07182
แม่หาด	6	07472, 17062, 17022, 17181, 07731, 16072
แม่ตื่น	9	20023, 07282, 07472, 17062, 63162, 63052, 63092, 07731, 63022

2. การประมวลผลข้อมูลดาวเทียม Terra ระบบ MODIS

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS ชุดผลิตภัณฑ์ MOD09A1 เป็นข้อมูลราย 8 วัน มีความละเอียดจุดภาพ 500 เมตร ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบของ HDF-EOS (Hierarchical Data Format - Earth Observing System) โดยจัดเก็บข้อมูลเป็นชั้นของข้อมูล เรียกแต่ละชั้นข้อมูลว่า SDS (Scientific Data Set) โดย SDS ที่ 1-7 นั้น เป็นข้อมูลการสะท้อนกลับของพื้นที่ผิว แต่เนื่องจากไม่สามารถนำไฟล์ HDF-EOS มาใช้งานได้โดยตรง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องแปลงไฟล์ HDF-EOS ให้อยู่ในรูปแบบของ GeoTIFF แล้วจึงดำเนินการประเมินค่า ดังขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 การรวมภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS จำนวน 5 ภาพ เข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วย h27v06, h27v07, h27v08, h28v07 และ h28v08 ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย โดยโปรแกรม MRT (MODIS Reprojection Tool)

2.2 การแปลงไฟล์ข้อมูล HDF-EOS ให้เป็นไฟล์ข้อมูล GeoTIFF โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม HEG (The HDF-EOS To Geo TIFF Conversion Tool) เพื่อแยกแบนด์ 1-7 ออกจาก HDF-EOS และแปลงเป็นไฟล์ประเภท GeoTIFF ดังแสดงในภาพที่ 11 พร้อมทั้งแก้ไขความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) โดยการแปลงพิกัดให้อยู่ในระบบ UTM WGS84 Zone 47N รวมทั้งการเฉลี่ยข้อมูลของจุดภาพ (pixels) โดยใช้วิธี Nearest Neighbor



ภาพที่ 11 ตัวอย่างข้อมูลผลิตภัณฑ์ MOD09A1.005 สำหรับค่าการสะท้อนพื้นผิวจำนวน 7 แบนด์

2.3 การกำจัดข้อมูลที่เกิดจากการเติมค่าในแต่ละแบนด์เนื่องจากในแต่ละแบนด์ของข้อมูลการสะท้อนกลับอาจมีการขาดหายของข้อมูล ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ข้อมูลการสะท้อนกลับจึงมีการเติมค่าที่ไม่จริง ณ จุดภาพที่ไม่มีข้อมูลเพื่อให้เกิดความครบถ้วนของทุกจุดภาพ อย่างไรก็ตาม ค่าที่เติมนั้นเป็นค่าที่ไม่จริงจึงจำเป็นต้องกำจัดออกก่อนการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้เพื่อสร้างดัชนีภัยแล้ง

2.4 การวิเคราะห์ค่าของดัชนีภัยแล้งโดยประยุกต์ใช้โปรแกรม ERDAS IMAGINE 9.1 เพื่อการนำเข้าข้อมูล GeoTIFF และแปลงให้เป็นไฟล์ข้อมูลประเภท IMG จากนั้นทำการคำนวณดัชนี *NMDI* และ *VCI*

3. การประเมินดัชนี *NMDI* และ *VCI* รายเดือน ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนและการจัดลำดับสภาพความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งในแต่ละปี

หลังจากการประเมินค่าของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ราย 8 วัน สำหรับทุกจุดภาพในลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 ต่อจากนั้น จึงนำผลการประเมินค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนีทั้งสองและจัดลำดับภัยแล้งที่เกิดขึ้นในแต่ละลุ่มน้ำย่อย โดยกำหนดให้ลุ่มน้ำย่อยที่มีสภาพชุ่มชื้นมากที่สุดได้ลำดับเท่ากับ 1 และลุ่มน้ำย่อยที่มีสภาพชุ่มชื้นน้อยที่สุดหรือมีความแห้งแล้งมากที่สุดได้ลำดับเท่ากับ 14 จากนั้นจึงนำค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ที่ได้ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของแต่ละเดือนสำหรับทุกปี มาจัดลำดับภัยแล้ง เพื่อให้ง่ายในการพิจารณาเปรียบเทียบในแต่ละลุ่มน้ำย่อย ตลอดจนเพื่อแสดงให้เห็นถึงลุ่มน้ำย่อยที่มีสภาพชุ่มชื้นมากจนถึงน้อยที่สุดในแต่ละเดือนของแต่ละปี

4. การเปรียบเทียบผลจากการประเมินค่าระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI*

นอกจากนั้นแล้วในการศึกษานี้ได้นำค่าเฉลี่ยรายเดือนสำหรับทุกจุดภาพในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนและลำดับสภาพความแห้งแห้งและความชุ่มชื้นในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของแต่ละดัชนีตามที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น มาดำเนินการเปรียบเทียบระหว่างดัชนีทั้งสอง โดยพิจารณาถึงช่วงเดือนและปีที่เกิดสภาพความชุ่มชื้นและแห้งแล้ง ตลอดจนลุ่มน้ำย่อยที่มีสภาพความชุ่มชื้นและแห้งแล้งมากที่สุดมาพิจารณาถึงความแตกต่างและความสอดคล้องที่บ่งบอกถึงลักษณะภัยแล้งของแต่ละดัชนี

5. การประมวลผลข้อมูลความลึกฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่

การคำนวณหาความลึกฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่แบบรายวันของแต่ละลุ่มน้ำย่อยนั้น ได้ดำเนินการโดยวิธีการประเมินค่าส่วนกลับของระยะทางกำลังสอง (Inverse Distance Square, IDS) ซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน โดยการใช้โปรแกรม MATHLAB ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นภายใต้โครงการ “การตรวจสอบภัยแล้งและการเตือนภัยล่วงหน้าสำหรับประเทศไทย” (นุชนารถ, 2555) ทั้งนี้การวิเคราะห์ความลึกฝนเฉลี่ยรายวันนั้น ในกรณีที่ทุกสถานีที่ได้รับการคัดเลือกมีข้อมูลความลึกฝนก็จะถูกนำมาหาค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อใช้ประกอบการประเมินความลึกฝนเฉลี่ยสำหรับลุ่มน้ำย่อยที่พิจารณา แต่ในกรณีที่ในวันใดที่สถานีใดไม่มีข้อมูลความลึกฝนรายวันก็จะไม่มีการคิดค่าถ่วงน้ำหนัก

ของสถานีนั้น และไม่นำมาคำนวณหาค่าความลึกฝนเฉลี่ย ทำให้สถานีวัดน้ำฝนที่มีข้อมูลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประเมินความลึกฝนเฉลี่ยสำหรับลุ่มน้ำที่พิจารณาได้

6. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI* กับความลึกฝนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

ในการศึกษานี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์ค่าของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ราย 8 วัน สำหรับทุกจุดภาพและความลึกฝนเฉลี่ยรายวันสำหรับ 14 ลุ่มน้ำย่อย ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 โดยนำข้อมูลทั้งสองส่วนมาหาความสัมพันธ์กัน โดยเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน (กรณีที่ 1) สำหรับลุ่มน้ำย่อยเดียวกัน จากนั้นทำการตรวจสอบความเข้ากันได้ระหว่างตัวแปรทั้งสองตัวแปร โดยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r) นอกจากนั้นแล้ว ยังได้ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี *NMDI* และ *VCI* ราย 8 กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ในแต่ละปี (กรณีที่ 2) สำหรับลุ่มน้ำย่อยเดียวกัน จากนั้นจึงหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เช่นเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบว่าความสัมพันธ์ในกรณีที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกันอย่างไร

7. การคัดเลือกดัชนีภัยแล้งเพื่อใช้ประเมินภัยแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำของประเทศไทย

การคัดเลือกดัชนีภัยแล้งเพื่อใช้ประเมินภัยแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำของประเทศไทยดำเนินการโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีภัยแล้งทั้ง 2 ดัชนี ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน และกับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปี สำหรับลุ่มน้ำย่อยเดียวกัน ว่าดัชนีใดให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับความลึกฝนมากที่สุด จากนั้นจึงนำค่าดังกล่าวไปประยุกต์ใช้เพื่อประเมินสภาพภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทยต่อไป

8. สรุปผลการประเมินดัชนีภัยแล้งในลุ่มน้ำทั้ง 25 ลุ่มน้ำ ของประเทศไทย

สำหรับการประเมินดัชนีภัยแล้งในลุ่มน้ำทั้ง 25 ลุ่มน้ำ ของประเทศไทยนั้น ได้เลือกวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะในช่วงปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553 โดยผลการประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนสำหรับทุกจุดภาพของดัชนีที่ได้รับการคัดเลือกจะแสดงค่าดัชนีในแต่ละเดือนของแต่ละปีที่ทำการศึกษาและจัดลำดับภัยแล้งที่เกิดขึ้นในแต่ละลุ่มน้ำ ทั้งนี้ในการจัดลำดับได้พิจารณาแบ่งลุ่มน้ำโขงออกเป็น 2 ส่วน คือ ลุ่มน้ำโขงภาคเหนือ และลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน ดังนั้น จะได้ลำดับทั้งหมดเป็น 26 ลำดับ โดย

กำหนดให้ลุ่มน้ำที่มีสภาพชุ่มชื้นมากที่สุดได้ลำดับเท่ากับ 1 และลุ่มน้ำที่มีสภาพชุ่มชื้นน้อยที่สุดหรือมีความแห้งแล้งมากที่สุดได้ลำดับเท่ากับ 26 จากนั้น นำค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนีภัยแล้งที่ได้ในแต่ละลุ่มน้ำของแต่ละเดือนสำหรับทุกปี มาจัดลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำของแต่ละเดือนที่เกิดขึ้นสำหรับทุกปี เพื่อแสดงให้เห็นถึงลุ่มน้ำที่มีสภาพชุ่มชื้นมากจนถึงน้อยที่สุดในแต่ละเดือนของแต่ละปีและแสดงค่าลำดับสำหรับทุกปี

ผลและวิจารณ์

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง “การประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* เพื่อการติดตามภัยแล้ง” สามารถสรุปผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. ผลการประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน

2. การเปรียบเทียบผลการประเมินค่าของดัชนี *NMDI* และ *VCI*

3. ผลการวิเคราะห์ความลึกฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

4. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI* กับความลึกฝนสะสมสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

5. ผลการคัดเลือกดัชนีภัยแล้งที่มีความเหมาะสมในการใช้ติดตามสภาพภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย

6. ผลการประเมินสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นโดยใช้ดัชนี *NMDI* สำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย

สำหรับรายละเอียดของผลการศึกษาในแต่ละส่วนแสดงได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน

หลังจากการประเมินค่าของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ราย 8 วัน สำหรับทุกจุดภาพในลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 แล้วนั้น ต่อมาจึงนำผลการประเมินค่าที่ได้ มาหาค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และ *VCI* เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาดำเนินการดังต่อไปนี้ (1) การกำหนดเฉดสีของดัชนีภัยแล้ง (2) การประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนีภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน (3) การประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนีภัยแล้งและลำดับภัยแล้งสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน (4) การจัดลำดับสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นของดัชนีภัยแล้งสำหรับแต่ละ

ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน (5) การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดรายเดือนของดัชนีภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน สำหรับรายละเอียดของผลการศึกษาในแต่ละส่วนแสดงได้ดังต่อไปนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ดัชนี *NMDI* ในลุ่มน้ำปิงตอนบน

1.1.1 การกำหนดเฉดสีของดัชนี *NMDI*

เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน จึงได้ทำการหาค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* ในแต่ละจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 ซึ่งผลการเฉลี่ยในแต่ละเดือนแสดงดังในภาพที่ 12 และภาพที่ 13 โดยผลการเฉลี่ยรายเดือนของช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2552 ดังแสดงในภาคผนวก ข (ภาพผนวกที่ ข1 ถึง ข8) ตามลำดับ โดยในภาพดังกล่าวได้มีการแบ่งช่วงของค่าดัชนี *NMDI* ออกเป็น 9 ช่วง โดยมีความแตกต่างระหว่างช่วงเท่ากับ 0.04 ทั้งนี้ ได้กำหนดการใช้เฉดสีที่แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงโดยกำหนดให้มีเฉดสีที่สำคัญ 4 เฉดสี คือ สีเขียว เหลือง ส้ม และ แดง เพื่อใช้เป็นตัวแทนของ *NMDI* ที่มีค่ามาก (>0.540) ค่าปานกลาง (0.460 ถึง 0.540) ค่าน้อย (0.380 ถึง 0.460) และน้อยที่สุด (< 0.380) ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงสภาพความชุ่มชื้น สภาพปานกลาง สภาพ แห้งแล้ง และสภาพแห้งแล้งมาก ตามลำดับ ทั้งนี้ในแต่ละเฉดสีได้กำหนดให้มีโทนสีเข้มและสีอ่อนตามสภาพความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้นที่มากน้อยต่างกันไป จากผลการจัดลำดับเฉดสีดังกล่าวทำให้สามารถทำความเข้าใจผลการประเมินค่าดัชนี *NMDI* ในแต่ละจุดภาพของแต่ละเดือนของทุกปีได้ จากภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ดัชนี *NMDI* มีความสามารถในการสร้างความเข้าใจต่อสภาพความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งได้อย่างชัดเจน โดยสภาพความชุ่มชื้นจะเกิดขึ้นชัดเจนในช่วงฤดูฝน (ดัชนี *NMDI* มีค่าสูงสัมพัทธ์) และสภาพความแห้งแล้งจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง (ดัชนี *NMDI* มีค่าต่ำสัมพัทธ์)

1.1.2 การประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน

ผลการประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละปีที่ได้จากค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน สำหรับทุกจุดภาพของแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 แสดงดังในตารางที่ 8 จากตารางสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ค่าของดัชนี *NMDI* มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.560 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2544 และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.391 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 (2) ค่าเฉลี่ยรายเดือนสูงสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.545, 0.536 และ 0.535 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม มิถุนายน และสิงหาคม ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.408, 0.414 และ

0.429 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ มกราคม และมีนาคม ตามลำดับ (3) ค่าเฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 0.477 โดยมีค่าเฉลี่ยรายปีสูงสุดเท่ากับ 0.482 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2550 และค่าเฉลี่ยรายปีต่ำสุดเท่ากับ 0.467 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2553 และ (4) ค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม เท่ากับ 0.520 และค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนเท่ากับ 0.434

1.1.3 การประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

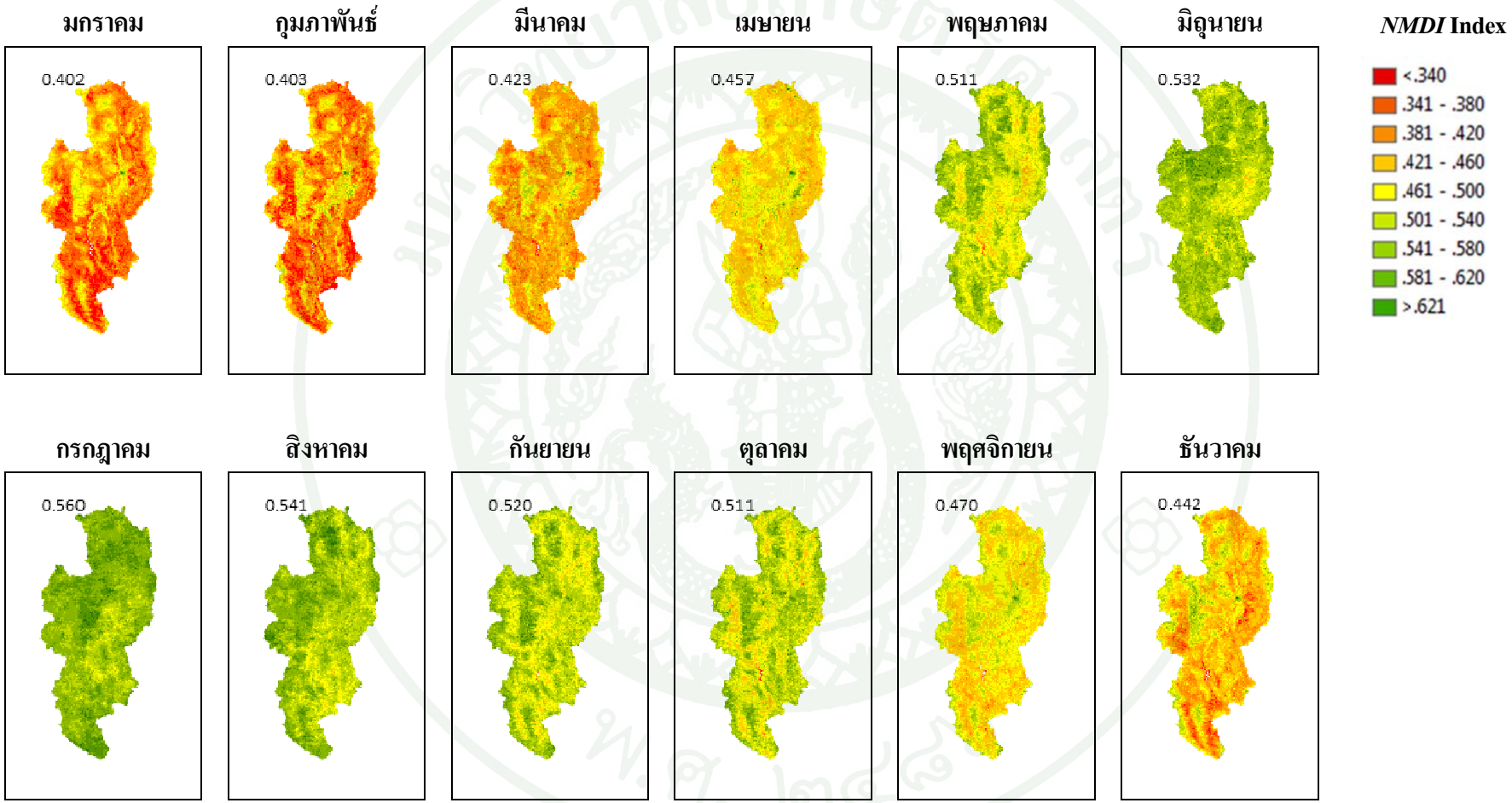
จากผลการประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละปีที่ได้จากผลการประเมินค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน สำหรับทุกจุดภาพของแต่ละลุ่มน้ำย่อยสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน ได้ถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* ตลอดจนการจัดลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 สำหรับตัวอย่างการวิเคราะห์ในปี พ.ศ. 2544 และปี พ.ศ. 2553 แสดงดังในตารางที่ 9 และตารางที่ 10 ตามลำดับ สำหรับผลการวิเคราะห์ระหว่างปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2552 แสดงดังในภาคผนวก ข (ตารางผนวกที่ ข1 ถึง ข8 ตามลำดับ) และเพื่อให้เห็นภาพการเปรียบเทียบค่าของดัชนี *NMDI* สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในทุกปี จึงได้สรุปค่าของดัชนี *NMDI* ในแต่ละเดือนและแต่ละลุ่มน้ำย่อยของทุกปีดังแสดงในตารางที่ 11 จากตารางทั้งหมดดังกล่าวสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำปิงตอนบน มีค่าเท่ากับ 0.477 โดยมีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยสูงสุดเท่ากับ 0.588 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่กลางของเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2544 และมีค่าเฉลี่ยทั่ว ลุ่มน้ำย่อยต่ำสุดเท่ากับ 0.354 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่หาดของเดือนมกราคม พ.ศ. 2544 (2) ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยสูงสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.494, 0.487 และ 0.486 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่กลาง แม่แตง และแม่แจ่มตอนบน ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยต่ำสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.464, 0.466 และ 0.470 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อย แม่หาด แม่ปิงส่วนที่ 3 และแม่ลี้ ตามลำดับ (3) สำหรับในช่วงฤดูแล้งนั้น พบว่า ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยสูงสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.458, 0.450 และ 0.445 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่กลาง แม่ปิงส่วนที่ 2 และแม่แตง ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยต่ำสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.418, 0.422 และ 0.427 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่หาด แม่ปิงส่วนที่ 3 และแม่ลี้ ตามลำดับ และ (4) สำหรับในช่วงฤดูฝนนั้น พบว่า ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยสูงสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.531, 0.530 และ 0.529 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนบน แม่กลาง และแม่แตง ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยต่ำสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.510, 0.511 และ 0.512 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 3 แม่ปิงส่วนที่ 2 และแม่หาด ตามลำดับ

1.1.4 การจัดลำดับสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นโดยดัชนี *NMDI* สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

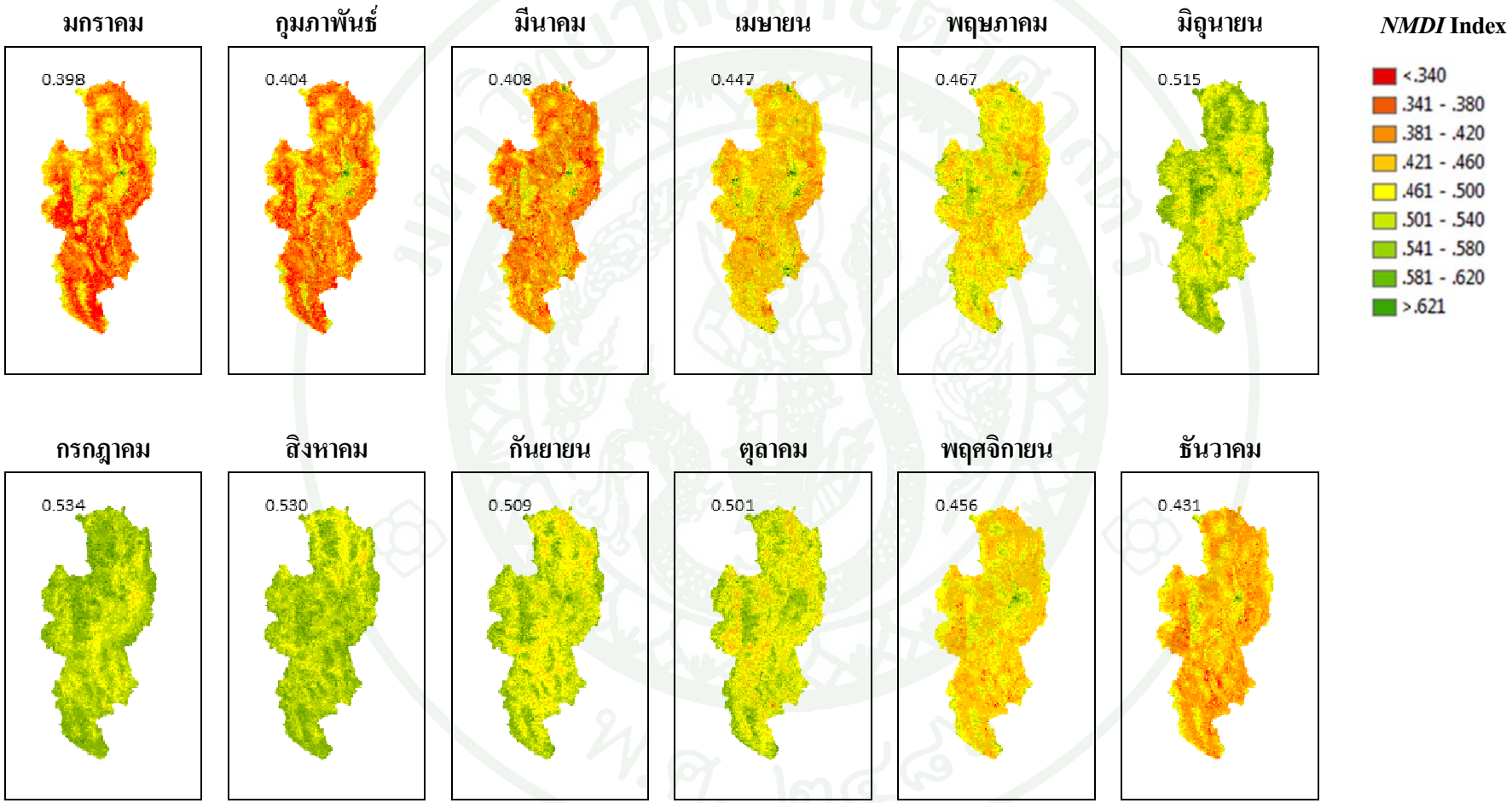
จากตารางที่ 9 และตารางที่ 10 และตารางภาคผนวก ข1 ถึงตารางที่ ข8 ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 ตามที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 1.1.3 จากตารางทั้งหมดดังกล่าว ได้กำหนดให้ลุ่มน้ำย่อยที่มีค่าของดัชนี *NMDI* สูงสุด ซึ่งหมายถึงมีสภาพชุ่มชื้นมากที่สุดได้ลำดับเท่ากับ 1 และลุ่มน้ำย่อยที่มีค่าของดัชนี *NMDI* ต่ำสุด ซึ่งหมายถึงมีสภาพชุ่มชื้นน้อยที่สุดหรือมีความแห้งแล้งมากที่สุดได้ลำดับเท่ากับ 14 จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของแต่ละเดือนสำหรับทุกปี ดังแสดงในตารางที่ 11 จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าลุ่มน้ำย่อยที่มีลำดับความชุ่มชื้นเฉลี่ยรายปีสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่กลาง แม่แตง และแม่แจ่มตอนบน ตามลำดับ และลุ่มน้ำย่อยที่มีลำดับความแห้งแล้งสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่หาด แม่ปิงส่วนที่ 3 และ แม่ลี้ ตามลำดับ

1.1.5 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน

เพื่อให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน จึงนำผลการประเมินค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดในแต่ละเดือนของลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 ดังแสดงในภาพที่ 14 โดยในภาพดังกล่าวแสดงค่าของดัชนี *NMDI* ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เพื่อให้เห็นภาพในลักษณะของกราฟที่มีความต่อเนื่อง จากภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนี *NMDI* มีค่าเกือบต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคมและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนกรกฎาคม หลังจากนั้น จะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์



ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2544



ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2553

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ปี พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
2544	0.402	0.403	0.423	0.457	0.511	0.532	0.560	0.541	0.520	0.511	0.470	0.442	0.481
2545	0.410	0.405	0.433	0.451	0.481	0.548	0.557	0.543	0.517	0.484	0.471	0.458	0.480
2546	0.443	0.407	0.424	0.449	0.488	0.541	0.535	0.533	0.528	0.498	0.455	0.433	0.478
2547	0.410	0.420	0.441	0.461	0.473	0.526	0.556	0.544	0.518	0.479	0.448	0.426	0.475
2548	0.405	0.421	0.438	0.455	0.473	0.541	0.533	0.546	0.516	0.502	0.473	0.442	0.479
2549	0.416	0.405	0.426	0.461	0.510	0.540	0.550	0.541	0.508	0.492	0.449	0.437	0.478
2550	0.416	0.412	0.447	0.458	0.512	0.532	0.547	0.529	0.528	0.480	0.458	0.460	0.482
2551	0.412	0.410	0.421	0.458	0.494	0.544	0.544	0.534	0.523	0.505	0.477	0.444	0.481
2552	0.423	0.391	0.424	0.464	0.501	0.539	0.534	0.515	0.501	0.481	0.455	0.422	0.471
2553	0.398	0.404	0.408	0.447	0.467	0.515	0.534	0.530	0.509	0.501	0.456	0.431	0.467
ค่าเฉลี่ย	0.414	0.408	0.429	0.456	0.491	0.536	0.545	0.536	0.517	0.493	0.461	0.440	0.477
ค่าสูงสุด	0.443	0.421	0.447	0.464	0.512	0.548	0.560	0.546	0.528	0.511	0.477	0.460	0.482
ค่าต่ำสุด	0.398	0.391	0.408	0.447	0.467	0.515	0.533	0.515	0.501	0.479	0.448	0.422	0.467

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2544

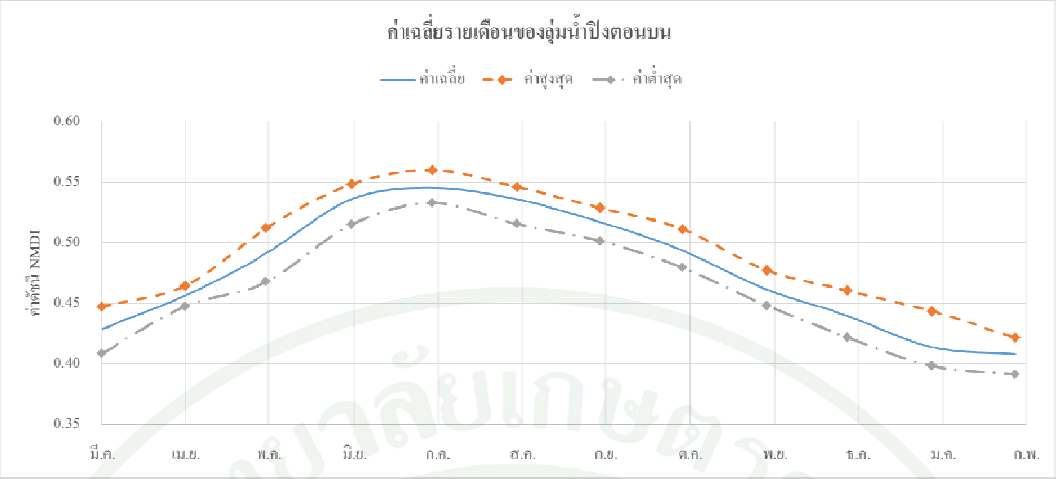
ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.400 (9)	0.394 (11)	0.420 (11)	0.450 (13)	0.514 (8)	0.534 (7)	0.576 (3)	0.541 (8)	0.512 (11)	0.502 (12)	0.461 (13)	0.434 (10)	0.478
แม่งัด	0.411 (7)	0.404 (8)	0.415 (13)	0.449 (14)	0.507 (9)	0.527 (11)	0.574 (4)	0.532 (10)	0.509 (12)	0.506 (11)	0.465 (10)	0.441 (7)	0.478
แม่แตง	0.429 (2)	0.416 (4)	0.425 (5)	0.455 (9)	0.527 (2)	0.535 (6)	0.571 (6)	0.559 (1)	0.529 (4)	0.516 (7)	0.478 (4)	0.462 (4)	0.492
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.426 (4)	0.434 (1)	0.442 (2)	0.471 (2)	0.494 (13)	0.514 (13)	0.545 (12)	0.533 (9)	0.507 (14)	0.516 (6)	0.483 (2)	0.449 (6)	0.485
แม่ริม	0.426 (3)	0.418 (3)	0.429 (3)	0.456 (7)	0.519 (6)	0.522 (12)	0.572 (5)	0.545 (7)	0.518 (8)	0.517 (4)	0.480 (3)	0.458 (5)	0.488
แม่กวง	0.401 (8)	0.405 (7)	0.420 (10)	0.453 (11)	0.494 (14)	0.513 (14)	0.550 (10)	0.529 (11)	0.513 (10)	0.513 (8)	0.469 (7)	0.427 (12)	0.474
แม่งาน	0.425 (5)	0.409 (5)	0.424 (6)	0.455 (8)	0.523 (5)	0.540 (3)	0.576 (2)	0.557 (4)	0.526 (6)	0.512 (10)	0.474 (6)	0.465 (3)	0.491
แม่ลี้	0.379 (12)	0.394 (13)	0.423 (8)	0.462 (3)	0.499 (11)	0.533 (8)	0.542 (13)	0.518 (13)	0.519 (7)	0.513 (9)	0.469 (9)	0.431 (11)	0.474
แม่กลาง	0.433 (1)	0.431 (2)	0.445 (1)	0.473 (1)	0.533 (1)	0.563 (1)	0.588 (1)	0.553 (5)	0.543 (1)	0.519 (3)	0.488 (1)	0.475 (1)	0.503
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.371 (13)	0.385 (14)	0.414 (14)	0.454 (10)	0.500 (10)	0.531 (10)	0.549 (11)	0.527 (12)	0.513 (9)	0.498 (14)	0.460 (14)	0.422 (14)	0.469
แม่แจ่มตอนบน	0.425 (6)	0.408 (6)	0.423 (7)	0.453 (12)	0.525 (3)	0.538 (4)	0.564 (8)	0.557 (3)	0.531 (2)	0.520 (2)	0.478 (5)	0.470 (2)	0.491
แม่แจ่มตอนล่าง	0.387 (11)	0.397 (9)	0.421 (9)	0.459 (5)	0.517 (7)	0.536 (5)	0.552 (9)	0.558 (2)	0.531 (3)	0.502 (13)	0.464 (12)	0.436 (8)	0.480
แม่หาด	0.354 (14)	0.395 (10)	0.417 (12)	0.457 (6)	0.497 (12)	0.532 (9)	0.539 (14)	0.514 (14)	0.508 (13)	0.522 (1)	0.465 (11)	0.426 (13)	0.469
แม่ตื่น	0.394 (10)	0.394 (12)	0.426 (4)	0.461 (4)	0.524 (4)	0.541 (2)	0.564 (7)	0.551 (6)	0.528 (5)	0.517 (5)	0.469 (8)	0.435 (9)	0.484
ค่าเฉลี่ย	0.402	0.403	0.423	0.457	0.511	0.532	0.560	0.541	0.520	0.511	0.470	0.442	0.483
ค่าสูงสุด	0.433	0.434	0.445	0.473	0.533	0.563	0.588	0.559	0.543	0.522	0.488	0.475	0.503
ค่าต่ำสุด	0.354	0.385	0.414	0.449	0.494	0.513	0.539	0.514	0.507	0.498	0.460	0.422	0.469

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.396 (8)	0.396 (10)	0.406 (10)	0.452 (5)	0.468 (8)	0.521 (5)	0.538 (6)	0.508 (14)	0.487 (14)	0.49 (14)	0.446 (14)	0.424 (10)	0.461
แม่งัด	0.414 (7)	0.410 (7)	0.392 (14)	0.438 (13)	0.449 (14)	0.512 (9)	0.535 (8)	0.514 (13)	0.494 (13)	0.494 (11)	0.452 (10)	0.430 (8)	0.461
แม่แตง	0.425 (2)	0.416 (4)	0.405 (11)	0.446 (8)	0.477 (4)	0.530 (2)	0.553 (1)	0.523 (11)	0.509 (5)	0.510 (3)	0.463 (3)	0.442 (4)	0.475
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.424 (3)	0.439 (1)	0.423 (2)	0.460 (1)	0.464 (9)	0.500 (14)	0.520 (13)	0.529 (9)	0.503 (10)	0.502 (7)	0.472 (1)	0.445 (2)	0.473
แม่ริม	0.417 (6)	0.418 (3)	0.409 (6)	0.444 (11)	0.470 (6)	0.520 (7)	0.536 (7)	0.516 (12)	0.507 (8)	0.505 (5)	0.461 (4)	0.436 (6)	0.470
แม่กวง	0.394 (9)	0.412 (6)	0.403 (13)	0.441 (12)	0.450 (13)	0.503 (11)	0.526 (10)	0.531 (8)	0.508 (7)	0.499 (8)	0.461 (5)	0.427 (9)	0.463
แม่งาน	0.419 (5)	0.413 (5)	0.406 (8)	0.444 (10)	0.470 (7)	0.517 (8)	0.544 (2)	0.533 (5)	0.509 (6)	0.495 (10)	0.456 (8)	0.437 (5)	0.470
แม่ลี้	0.382 (11)	0.401 (9)	0.419 (3)	0.456 (3)	0.464 (10)	0.507 (10)	0.520 (12)	0.538 (3)	0.507 (9)	0.496 (9)	0.450 (11)	0.423 (11)	0.463
แม่กลาง	0.428 (1)	0.428 (2)	0.425 (1)	0.457 (2)	0.484 (1)	0.536 (1)	0.542 (4)	0.549 (1)	0.520 (4)	0.512 (2)	0.470 (2)	0.454 (1)	0.484
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.371 (13)	0.387 (14)	0.403 (12)	0.436 (14)	0.461 (11)	0.502 (12)	0.523 (11)	0.529 (10)	0.499 (11)	0.493 (13)	0.449 (12)	0.422 (12)	0.456
แม่แจ่มตอนบน	0.420 (4)	0.409 (8)	0.406 (9)	0.447 (7)	0.482 (2)	0.525 (3)	0.541 (5)	0.533 (6)	0.524 (2)	0.505 (4)	0.457 (7)	0.444 (3)	0.474
แม่แจ่มตอนล่าง	0.377 (12)	0.391 (13)	0.411 (5)	0.454 (4)	0.472 (5)	0.520 (6)	0.533 (9)	0.531 (7)	0.521 (3)	0.494 (12)	0.449 (13)	0.422 (13)	0.465
แม่หาด	0.361 (14)	0.394 (11)	0.407 (7)	0.446 (9)	0.453 (12)	0.500 (13)	0.518 (14)	0.535 (4)	0.497 (12)	0.504 (6)	0.455 (9)	0.417 (14)	0.457
แม่ตื่น	0.388 (10)	0.392 (12)	0.412 (4)	0.450 (6)	0.480 (3)	0.525 (4)	0.543 (3)	0.544 (2)	0.526 (1)	0.517 (1)	0.459 (6)	0.431 (7)	0.472
ค่าเฉลี่ย	0.398	0.404	0.408	0.447	0.467	0.515	0.534	0.530	0.509	0.501	0.456	0.431	0.468
ค่าสูงสุด	0.428	0.439	0.425	0.460	0.484	0.536	0.553	0.549	0.526	0.517	0.472	0.454	0.484
ค่าต่ำสุด	0.361	0.387	0.392	0.436	0.449	0.500	0.518	0.508	0.487	0.490	0.446	0.417	0.456

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.409 (9)	0.396 (12)	0.421 (13)	0.454 (10)	0.494 (8)	0.538 (7)	0.545 (8)	0.527 (13)	0.502 (14)	0.479 (14)	0.454 (11)	0.436 (9)	0.471 (11)
แม่งัด	0.425 (7)	0.409 (7)	0.419 (14)	0.449 (13)	0.485 (10)	0.536 (9)	0.544 (9)	0.530 (10)	0.509 (11)	0.486 (12)	0.460 (9)	0.446 (7)	0.474 (9)
แม่แตง	0.438 (2)	0.423 (3)	0.428 (7)	0.456 (7)	0.503 (2)	0.547 (1)	0.559 (1)	0.544 (3)	0.523 (4)	0.499 (4)	0.470 (4)	0.458 (2)	0.487 (2)
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.435 (3)	0.436 (2)	0.444 (2)	0.465 (2)	0.487 (9)	0.521 (14)	0.530 (14)	0.523 (14)	0.509 (10)	0.497 (6)	0.473 (2)	0.450 (6)	0.481 (6)
แม่ริม	0.433 (5)	0.422 (4)	0.429 (6)	0.455 (8)	0.495 (6)	0.538 (8)	0.552 (5)	0.536 (7)	0.513 (9)	0.498 (5)	0.472 (3)	0.453 (5)	0.482 (5)
แม่กวง	0.412 (8)	0.409 (8)	0.425 (10)	0.451 (11)	0.483 (12)	0.524 (13)	0.537 (11)	0.530 (11)	0.518 (7)	0.496 (8)	0.462 (8)	0.432 (10)	0.473 (10)
แม่งาน	0.433 (6)	0.416 (6)	0.428 (8)	0.455 (9)	0.495 (5)	0.541 (5)	0.553 (3)	0.539 (6)	0.521 (5)	0.497 (7)	0.469 (5)	0.454 (4)	0.483 (4)
แม่ลี้	0.393 (12)	0.398 (11)	0.432 (3)	0.458 (5)	0.483 (11)	0.527 (12)	0.535 (12)	0.531 (8)	0.515 (8)	0.490 (10)	0.454 (10)	0.427 (12)	0.470 (12)
แม่กลาง	0.443 (1)	0.436 (1)	0.450 (1)	0.470 (1)	0.503 (3)	0.546 (2)	0.553 (4)	0.541 (5)	0.526 (3)	0.509 (1)	0.480 (1)	0.467 (1)	0.494 (1)
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.389 (13)	0.393 (13)	0.425 (11)	0.449 (12)	0.479 (13)	0.528 (11)	0.538 (10)	0.529 (12)	0.507 (12)	0.484 (13)	0.450 (14)	0.423 (13)	0.466 (13)
แม่แจ่มตอนบน	0.434 (4)	0.418 (5)	0.426 (9)	0.456 (6)	0.505 (1)	0.546 (3)	0.556 (2)	0.546 (1)	0.529 (1)	0.503 (2)	0.468 (6)	0.455 (3)	0.486 (3)
แม่แจ่มตอนล่าง	0.400 (11)	0.401 (9)	0.430 (5)	0.462 (4)	0.494 (7)	0.539 (6)	0.546 (7)	0.542 (4)	0.520 (6)	0.487 (11)	0.451 (13)	0.428 (11)	0.475 (8)
แม่หาด	0.376 (14)	0.392 (14)	0.422 (12)	0.448 (14)	0.476 (14)	0.528 (10)	0.535 (13)	0.530 (9)	0.507 (13)	0.493 (9)	0.452 (12)	0.415 (14)	0.464 (14)
แม่ตื่น	0.407 (10)	0.398 (10)	0.431 (4)	0.463 (3)	0.498 (4)	0.546 (4)	0.550 (6)	0.546 (2)	0.528 (2)	0.501 (3)	0.463 (7)	0.438 (8)	0.480 (7)
ค่าเฉลี่ย	0.414	0.408	0.429	0.456	0.491	0.536	0.545	0.536	0.517	0.493	0.461	0.440	0.477
ค่าสูงสุด	0.443	0.436	0.450	0.470	0.505	0.547	0.559	0.546	0.529	0.509	0.480	0.467	0.494
ค่าต่ำสุด	0.376	0.392	0.419	0.448	0.476	0.521	0.530	0.523	0.502	0.479	0.450	0.415	0.464



ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของดัชนี *NMDI* ของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

1.2 ผลการวิเคราะห์ดัชนี *VCI* ในลุ่มน้ำปิงตอนบน

1.2.1 การกำหนดเฉดสีของดัชนี *VCI*

เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำปิงตอนบน จึงได้ทำการหาค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* ในแต่ละจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 ซึ่งผลการเฉลี่ยในแต่ละเดือนดังแสดงในภาพที่ 15 และภาพที่ 16 โดยผลการเฉลี่ยรายเดือนของช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2552 ดังแสดงในภาคผนวก ค (ภาพผนวกที่ ค1 ถึง ค8) โดยในภาพดังกล่าวได้มีการแบ่งช่วงของค่าดัชนี *VCI* ออกเป็น 9 ช่วง โดยมีความแตกต่างระหว่างช่วงเท่ากับ 0.05 ทั้งนี้ ได้กำหนดการใช้เฉดสีที่แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงโดยกำหนดให้มีเฉดสีที่สำคัญ 3 เฉดสี คือ สีเขียว เหลือง และ แดง เพื่อใช้เป็นตัวแทนของ *VCI* ที่มีค่ามาก (>0.75) ค่าปานกลาง (0.75 ถึง 0.60) ค่าน้อย (0.60 ถึง 0.45) และน้อยที่สุด (< 0.45) ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงสภาพความชุ่มชื้น สภาพปานกลาง สภาพแห้งแล้ง และสภาพแห้งแล้งมาก ตามลำดับ ทั้งนี้ในแต่ละเฉดสีได้กำหนดให้มีโทนสีเข้มและสีอ่อนตามสภาพความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้นที่มากน้อยต่างกันไป จากผลการจัดลำดับเฉดสีดังกล่าวทำให้สามารถทำความเข้าใจผลการประเมินค่า ดัชนี *VCI* ในแต่ละจุดภาพของแต่ละเดือนของทุกปีได้ จากภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ดัชนี *VCI* สามารถสร้างความเข้าใจต่อสภาพความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งได้อย่างชัดเจน โดยสภาพความชุ่มชื้นจะเกิดขึ้นชัดเจนในช่วงฤดูฝนและสภาพความ

แห้งแล้งจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง และเนื่องจากการแสดงผลของดัชนี *VCI* เป็นภาพการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่ในแต่ละจุดภาพทำให้สามารถเห็นภาพความแตกต่างที่ชัดเจนในรายละเอียด

1.2.2 การประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน

ผลการประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละปีที่ได้จากผลการประเมินค่าของดัชนี *VCI* ราย 8 วัน สำหรับทุกจุดภาพของแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2553 แสดงดังในตารางที่ 12 จากตารางสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ค่าของดัชนี *VCI* มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.871 เกิดขึ้นในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.547 เกิดขึ้นในเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 (2) ค่าเฉลี่ยรายเดือนสูงสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.846, 0.816 และ 0.798 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนพฤศจิกายน ตุลาคม และธันวาคม ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.617, 0.645 และ 0.662 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนมีนาคม เมษายน และกุมภาพันธ์ ตามลำดับ (3) ค่าเฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 0.733 โดยมีค่าเฉลี่ยรายปีสูงสุดเท่ากับ 0.769 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2546 และค่าเฉลี่ยรายปีต่ำสุดเท่ากับ 0.714 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2553 และ (4) ค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมมีค่าเท่ากับ 0.749 และค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนมีค่าเท่ากับ 0.718

1.2.3 การประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

จากผลการประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละปีที่ได้จากผลการประเมินค่าของดัชนี *VCI* ราย 8 วัน สำหรับทุกจุดภาพของแต่ละลุ่มน้ำย่อยสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน ได้ถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* ตลอดจนการจัดลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 สำหรับตัวอย่างการวิเคราะห์ในปี พ.ศ. 2544 และปี พ.ศ. 2553 แสดงดังในตารางที่ 13 และตารางที่ 14 ตามลำดับ สำหรับผลการวิเคราะห์ระหว่างปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2552 แสดงดังในภาคผนวก ค (ตารางผนวกที่ ค1 ถึง ค8 ตามลำดับ) และเพื่อให้เห็นภาพการเปรียบเทียบค่าของดัชนี *VCI* สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในทุกปี จึงได้สรุปค่าของดัชนี *VCI* ในแต่ละเดือนและแต่ละลุ่มน้ำย่อยของทุกปีดังแสดงในตารางที่ 15 จากตารางทั้งหมดดังกล่าวสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำปิงตอนบน มีค่าเท่ากับ 0.733 โดยมีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยสูงสุดเท่ากับ 0.904 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนบนของเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 และมีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยต่ำสุดเท่ากับ 0.392 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่หาดของเดือนกุมภาพันธ์

พ.ศ. 2548 (2) ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยสูงสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.747, 0.744 และ 0.739 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่แตง แม่ริม และแม่งัด ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยต่ำสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.683, 0.684 และ 0.685 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่หาด แม่ปิงส่วนที่ 3 และแม่ลี้ ตามลำดับ (3) สำหรับในช่วงฤดูแล้งนั้น พบว่า ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยสูงสุด 3 ลำดับแรกเท่ากับ 0.780, 0.778 และ 0.759 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่แตง แม่แจ่มตอนบน และแม่งาน ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยต่ำสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.629, 0.645 และ 0.652 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่หาด แม่ลี้ และแม่ปิงส่วนที่ 3 ตามลำดับ และ (4) สำหรับในช่วงฤดูฝนนั้น พบว่า ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยสูงสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.735, 0.733 และ 0.727 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่หาด แม่ปิงส่วนที่ 1 และแม่ริม ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยต่ำสุด 3 ลำดับแรก เท่ากับ 0.667, 0.686 และ 0.687 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนบน แม่แจ่มตอนล่าง และแม่ตื่น ตามลำดับ

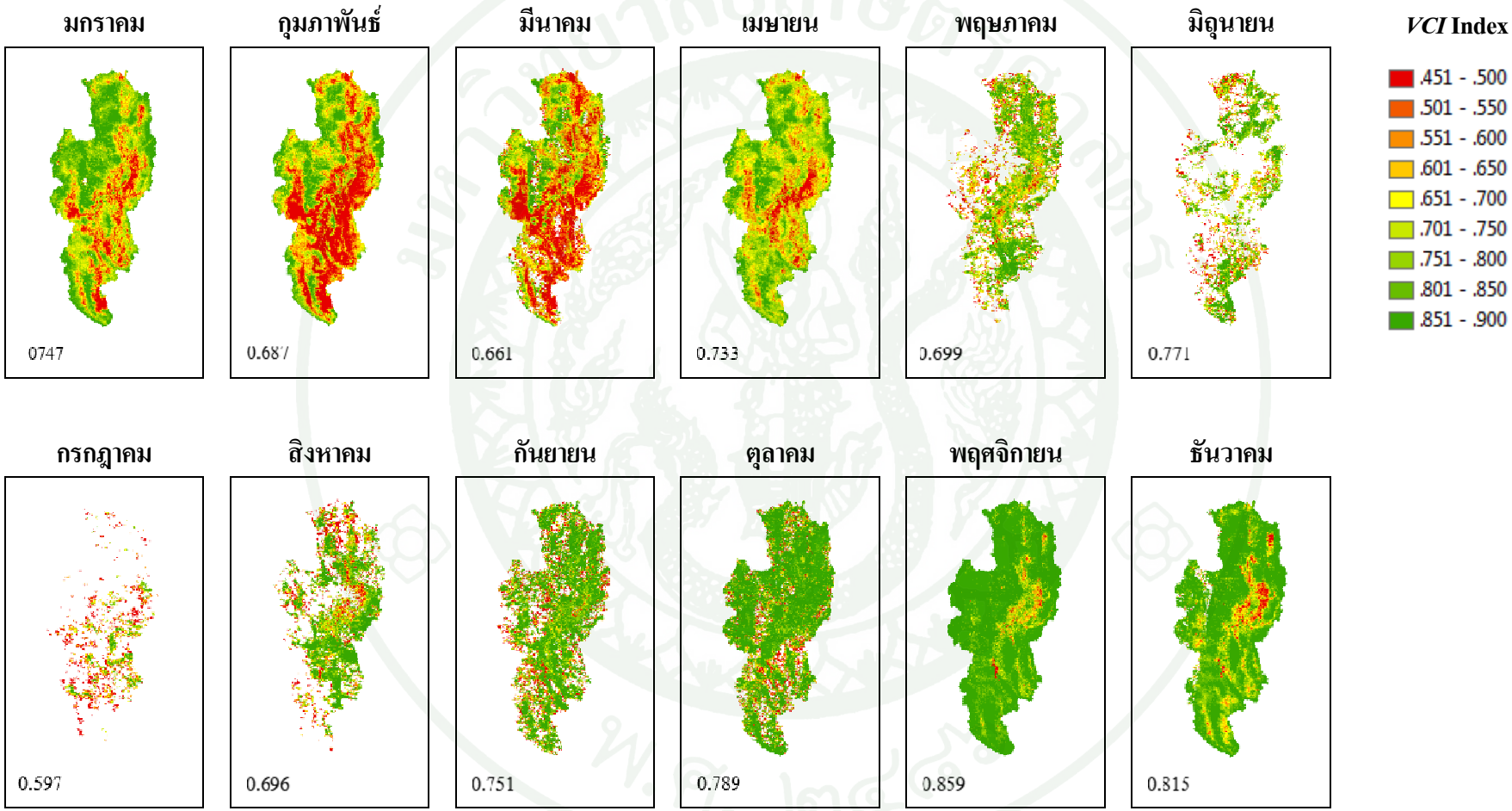
1.2.4 การจัดลำดับสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นโดยดัชนี *VCI* สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

จากตารางที่ 13 และตารางที่ 14 และตารางภาคผนวก ค1 ถึงตารางที่ ค8 ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 ตามที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 1.2.3 จากตารางทั้งหมดดังกล่าว ได้กำหนดให้ลุ่มน้ำย่อยที่มีค่าของดัชนี *VCI* สูงสุด ซึ่งหมายถึงมีสภาพชุ่มชื้นมากที่สุดได้ลำดับเท่ากับ 1 และลุ่มน้ำย่อยที่มีค่าของดัชนี *VCI* ต่ำสุด ซึ่งหมายถึงมีสภาพชุ่มชื้นน้อยที่สุดหรือมีความแห้งแล้งมากที่สุดได้ลำดับเท่ากับ 14 จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของแต่ละเดือนสำหรับทุกปี ดังแสดงในตารางที่ 15 จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ลุ่มน้ำย่อยที่มีลำดับความชุ่มชื้นเฉลี่ยรายปีสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่แตง แม่ริม และแม่งัด ตามลำดับ และลุ่มน้ำย่อยที่มีลำดับความแห้งแล้งสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่หาด แม่ปิงส่วนที่ 3 และแม่ลี้ ตามลำดับ

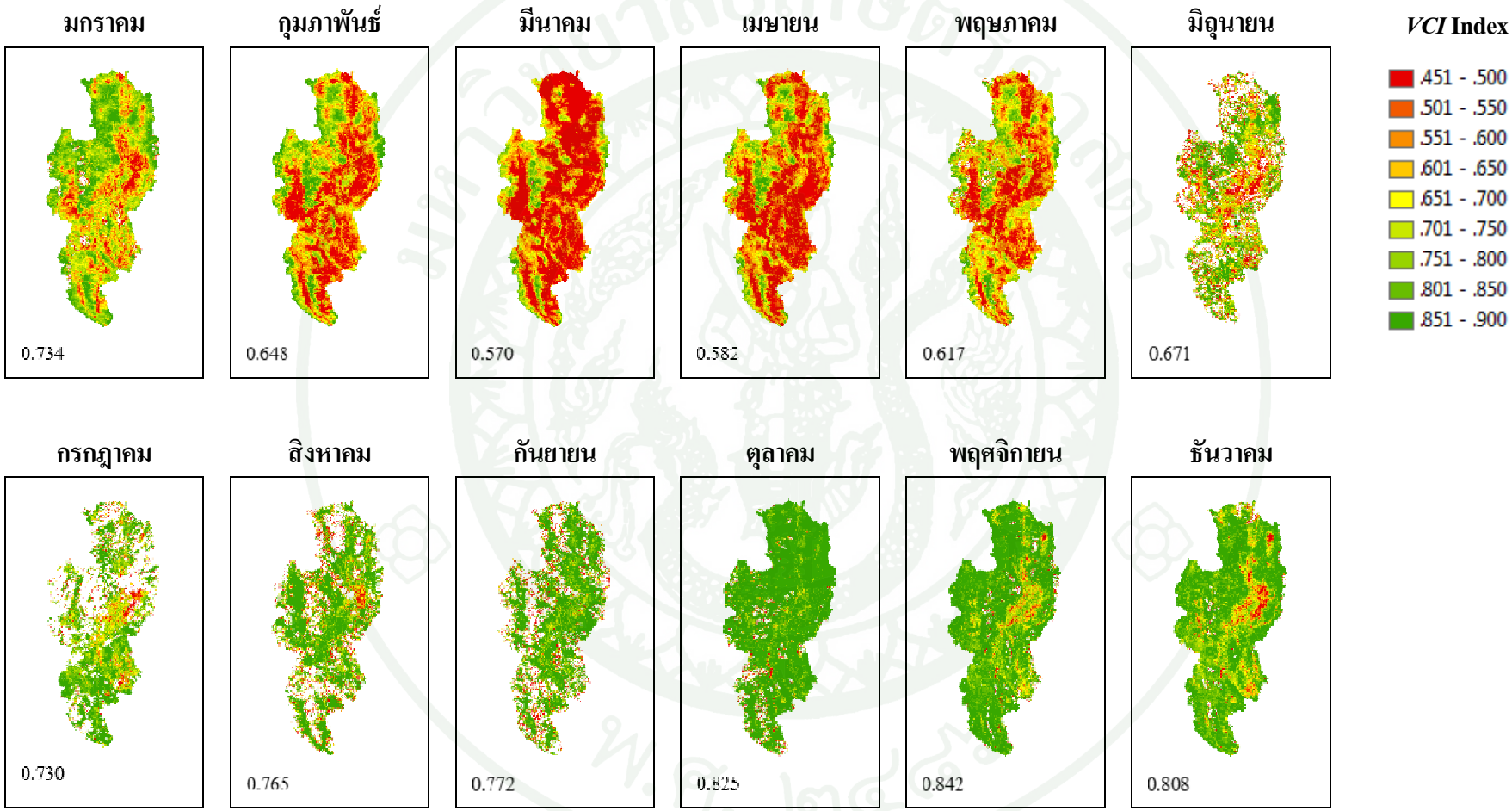
1.2.5 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน

เพื่อให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนี *VCI* ราย 8 วัน สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน จึงได้นำผลการประเมินค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดในแต่ละเดือนของลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 ดังแสดงในภาพที่ 17 โดยในภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนี *VCI* มีค่าเกือบต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคมและเพิ่มขึ้นจนถึงพฤษภาคม จากนั้นลดลง

จนถึงเดือนกรกฎาคม และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนพฤศจิกายน และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์



ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับแต่ละจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2544



ภาพที่ 16 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับแต่ละจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2553

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ปี พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
2544	0.747	0.687	0.661	0.733	0.699	0.771	0.597	0.696	0.751	0.789	0.859	0.815	0.734
2545	0.762	0.674	0.622	0.643	0.681	0.764	0.653	0.757	0.788	0.857	0.850	0.842	0.741
2546	0.820	0.751	0.676	0.694	0.747	0.730	0.806	0.750	0.809	0.834	0.854	0.757	0.769
2547	0.689	0.617	0.578	0.547	0.691	0.776	0.710	0.763	0.794	0.839	0.824	0.775	0.717
2548	0.680	0.590	0.603	0.660	0.702	0.622	0.719	0.802	0.780	0.803	0.830	0.812	0.717
2549	0.776	0.691	0.629	0.655	0.749	0.698	0.770	0.729	0.762	0.821	0.849	0.780	0.742
2550	0.707	0.631	0.581	0.624	0.704	0.769	0.774	0.761	0.806	0.801	0.871	0.806	0.736
2551	0.718	0.686	0.627	0.648	0.713	0.718	0.632	0.748	0.758	0.786	0.847	0.806	0.724
2552	0.753	0.644	0.621	0.664	0.708	0.711	0.701	0.814	0.810	0.807	0.837	0.781	0.737
2553	0.734	0.648	0.570	0.582	0.617	0.671	0.730	0.765	0.772	0.825	0.842	0.808	0.714
ค่าเฉลี่ย	0.739	0.662	0.617	0.645	0.701	0.723	0.709	0.759	0.783	0.816	0.846	0.798	0.733
ค่าสูงสุด	0.820	0.751	0.676	0.733	0.749	0.776	0.806	0.814	0.810	0.857	0.871	0.842	0.769
ค่าต่ำสุด	0.680	0.590	0.570	0.547	0.617	0.622	0.597	0.696	0.751	0.786	0.824	0.757	0.714

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2544

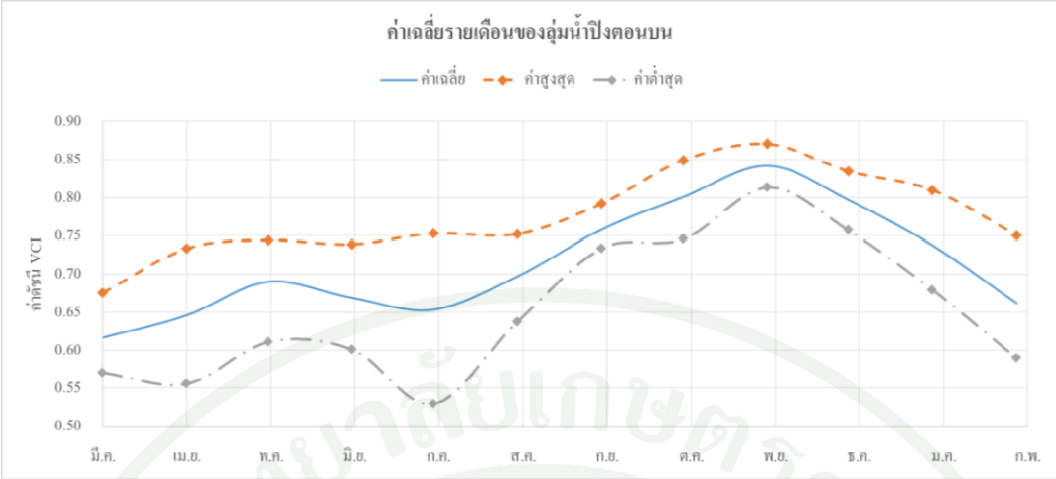
ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.760 (8)	0.697 (8)	0.626 (10)	0.706 (11)	0.693 (9)	0.785 (7)	0.524 (13)	0.689 (8)	0.786 (3)	0.793 (7)	0.861 (10)	0.833 (4)	0.730
แม่งัด	0.775 (6)	0.721 (6)	0.680 (7)	0.752 (7)	0.723 (4)	0.799 (6)	0.599 (7)	0.685 (9)	0.753 (6)	0.810 (4)	0.867 (7)	0.825 (6)	0.749
แม่แตง	0.826 (2)	0.794 (1)	0.726 (2)	0.777 (3)	0.663 (11)	0.807 (4)	0.550 (12)	0.666 (11)	0.715 (13)	0.800 (5)	0.884 (2)	0.862 (2)	0.756
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.664 (13)	0.616 (11)	0.646 (8)	0.667 (13)	0.720 (6)	0.694 (13)	0.579 (9)	0.696 (6)	0.828 (1)	0.837 (1)	0.812 (14)	0.74 (14)	0.708
แม่ริม	0.790 (5)	0.752 (5)	0.708 (3)	0.757 (6)	0.693 (8)	0.802 (5)	0.653 (3)	0.690 (7)	0.776 (4)	0.836 (2)	0.865 (8)	0.814 (8)	0.761
แม่กวง	0.685 (11)	0.623 (10)	0.621 (11)	0.654 (14)	0.664 (10)	0.724 (11)	0.560 (10)	0.718 (3)	0.734 (8)	0.813 (3)	0.825 (13)	0.771 (13)	0.699
แม่งาน	0.814 (3)	0.766 (3)	0.708 (4)	0.769 (5)	0.647 (13)	0.829 (2)	0.666 (2)	0.660 (12)	0.750 (7)	0.774 (9)	0.868 (6)	0.833 (5)	0.757
แม่ลี้	0.684 (12)	0.593 (13)	0.595 (13)	0.689 (12)	0.721 (5)	0.722 (12)	0.692 (1)	0.757 (2)	0.717 (12)	0.748 (14)	0.841 (11)	0.801 (10)	0.713
แม่กลาง	0.810 (4)	0.762 (4)	0.732 (1)	0.806 (1)	0.702 (7)	0.826 (3)	0.552 (11)	0.706 (5)	0.725 (10)	0.772 (10)	0.872 (4)	0.846 (3)	0.759
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.689 (10)	0.605 (12)	0.615 (12)	0.714 (8)	0.729 (3)	0.732 (10)	0.628 (6)	0.714 (4)	0.730 (9)	0.763 (12)	0.834 (12)	0.793 (12)	0.712
แม่แจ่มตอนบน	0.830 (1)	0.793 (2)	0.705 (5)	0.783 (2)	0.661 (12)	0.837 (1)	0.485 (14)	0.617 (14)	0.723 (11)	0.789 (8)	0.891 (1)	0.863 (1)	0.748
แม่แจ่มตอนล่าง	0.727 (9)	0.655 (9)	0.631 (9)	0.708 (10)	0.641 (14)	0.764 (9)	0.587 (8)	0.675 (10)	0.765 (5)	0.799 (6)	0.878 (3)	0.814 (9)	0.720
แม่หาด	0.638 (14)	0.539 (14)	0.574 (14)	0.712 (9)	0.776 (1)	0.694 (14)	0.649 (4)	0.817 (1)	0.804 (2)	0.763 (11)	0.862 (9)	0.794 (11)	0.719
แม่ตื่น	0.768 (7)	0.704 (7)	0.684 (6)	0.770 (4)	0.747 (2)	0.785 (8)	0.636 (5)	0.650 (13)	0.709 (14)	0.750 (13)	0.869 (5)	0.817 (7)	0.741
ค่าเฉลี่ย	0.747	0.687	0.661	0.733	0.699	0.771	0.597	0.696	0.751	0.789	0.859	0.815	0.730
ค่าสูงสุด	0.830	0.794	0.732	0.806	0.776	0.837	0.692	0.817	0.828	0.837	0.891	0.863	0.749
ค่าต่ำสุด	0.638	0.539	0.574	0.654	0.641	0.694	0.485	0.617	0.709	0.748	0.812	0.740	0.756

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.738 (8)	0.616 (8)	0.481 (14)	0.559 (9)	0.585 (10)	0.653 (9)	0.743 (7)	0.791 (2)	0.791 (4)	0.822 (9)	0.845 (7)	0.799 (9)	0.702
แม่งัด	0.774 (5)	0.685 (6)	0.586 (7)	0.606 (7)	0.650 (5)	0.722 (2)	0.712 (9)	0.773 (7)	0.773 (7)	0.808 (13)	0.840 (9)	0.816 (6)	0.729
แม่แตง	0.809 (1)	0.737 (2)	0.624 (3)	0.656 (1)	0.649 (6)	0.644 (11)	0.748 (5)	0.733 (13)	0.757 (10)	0.828 (4)	0.867 (2)	0.838 (3)	0.741
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.657 (14)	0.586 (12)	0.529 (10)	0.523 (12)	0.558 (14)	0.595 (14)	0.704 (10)	0.764 (10)	0.802 (2)	0.828 (5)	0.784 (14)	0.737 (14)	0.672
แม่ริม	0.750 (7)	0.686 (5)	0.588 (6)	0.618 (6)	0.661 (3)	0.712 (4)	0.781 (1)	0.765 (8)	0.747 (12)	0.859 (1)	0.843 (8)	0.798 (10)	0.734
แม่กวง	0.672 (12)	0.585 (13)	0.526 (11)	0.526 (11)	0.576 (12)	0.596 (13)	0.676 (13)	0.698 (14)	0.778 (6)	0.838 (3)	0.823 (12)	0.773 (13)	0.672
แม่งาน	0.787 (3)	0.705 (3)	0.624 (4)	0.622 (4)	0.641 (7)	0.711 (5)	0.703 (11)	0.754 (12)	0.755 (11)	0.821 (10)	0.848 (5)	0.828 (5)	0.733
แม่ลี้	0.681 (11)	0.594 (10)	0.511 (12)	0.498 (14)	0.572 (13)	0.655 (8)	0.742 (8)	0.760 (11)	0.789 (5)	0.827 (6)	0.817 (13)	0.785 (12)	0.686
แม่กลาง	0.781 (4)	0.703 (4)	0.645 (2)	0.646 (3)	0.661 (2)	0.676 (7)	0.692 (12)	0.775 (6)	0.763 (8)	0.809 (12)	0.862 (4)	0.838 (4)	0.738
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.698 (10)	0.588 (11)	0.530 (9)	0.538 (10)	0.596 (8)	0.695 (6)	0.770 (4)	0.776 (4)	0.796 (3)	0.821 (11)	0.836 (11)	0.810 (7)	0.704
แม่แจ่มตอนบน	0.803 (2)	0.740 (1)	0.667 (1)	0.655 (2)	0.652 (4)	0.645 (10)	0.651 (14)	0.784 (3)	0.702 (14)	0.822 (8)	0.869 (1)	0.845 (1)	0.736
แม่แจ่มตอนล่าง	0.702 (9)	0.599 (9)	0.543 (8)	0.560 (8)	0.580 (11)	0.636 (12)	0.747 (6)	0.800 (1)	0.761 (9)	0.825 (7)	0.846 (6)	0.797 (11)	0.700
แม่หาด	0.670 (13)	0.570 (14)	0.507 (13)	0.518 (13)	0.586 (9)	0.714 (3)	0.772 (3)	0.764 (9)	0.845 (1)	0.843 (2)	0.838 (10)	0.805 (8)	0.703
แม่ตื่น	0.756 (6)	0.674 (7)	0.623 (5)	0.621 (5)	0.667 (1)	0.735 (1)	0.779 (2)	0.775 (5)	0.745 (13)	0.798 (14)	0.867 (3)	0.839 (2)	0.740
ค่าเฉลี่ย	0.734	0.648	0.570	0.582	0.617	0.671	0.730	0.765	0.772	0.825	0.842	0.808	0.714
ค่าสูงสุด	0.809	0.740	0.667	0.656	0.667	0.735	0.781	0.800	0.845	0.859	0.869	0.845	0.741
ค่าต่ำสุด	0.657	0.570	0.481	0.498	0.558	0.595	0.651	0.698	0.702	0.798	0.784	0.737	0.672

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.763 (7)	0.673 (7)	0.592 (8)	0.635 (8)	0.699 (6)	0.697 (2)	0.679 (4)	0.744 (1)	0.791 (4)	0.818 (3)	0.859 (3)	0.811 (7)	0.730 (6)
แม่งัด	0.782 (5)	0.723 (6)	0.660 (6)	0.679 (6)	0.710 (1)	0.681 (6)	0.666 (8)	0.715 (5)	0.765 (5)	0.814 (5)	0.855 (7)	0.816 (6)	0.739 (3)
แม่แตง	0.818 (2)	0.767 (1)	0.709 (2)	0.714 (1)	0.692 (7)	0.654 (10)	0.615 (11)	0.703 (7)	0.754 (8)	0.810 (6)	0.880 (2)	0.847 (2)	0.747 (1)
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.669 (13)	0.605 (11)	0.589 (9)	0.606 (10)	0.678 (11)	0.684 (5)	0.679 (5)	0.722 (3)	0.792 (3)	0.821 (2)	0.788 (14)	0.722 (14)	0.696 (9)
แม่ริม	0.770 (6)	0.728 (5)	0.682 (5)	0.699 (4)	0.704 (3)	0.687 (4)	0.671 (7)	0.699 (9)	0.798 (2)	0.836 (1)	0.851 (8)	0.800 (8)	0.744 (2)
แม่กวง	0.689 (10)	0.613 (9)	0.579 (10)	0.609 (9)	0.672 (13)	0.679 (7)	0.686 (3)	0.703 (8)	0.755 (6)	0.808 (7)	0.808 (13)	0.751 (13)	0.695 (10)
แม่งาน	0.797 (3)	0.737 (3)	0.684 (4)	0.694 (5)	0.687 (10)	0.660 (9)	0.663 (9)	0.706 (6)	0.745 (11)	0.796 (9)	0.858 (4)	0.830 (3)	0.738 (4)
แม่ลี้	0.671 (11)	0.565 (12)	0.519 (13)	0.582 (13)	0.688 (8)	0.672 (8)	0.707 (1)	0.721 (4)	0.754 (7)	0.775 (14)	0.812 (12)	0.760 (11)	0.685 (12)
แม่กลาง	0.787 (4)	0.729 (4)	0.692 (3)	0.705 (2)	0.706 (2)	0.641 (13)	0.646 (10)	0.693 (11)	0.727 (12)	0.781 (10)	0.856 (6)	0.825 (4)	0.732 (5)
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.669 (12)	0.560 (13)	0.527 (12)	0.587 (12)	0.687 (9)	0.695 (3)	0.673 (6)	0.694 (10)	0.749 (9)	0.780 (12)	0.819 (10)	0.772 (10)	0.684 (13)
แม่แจ่มตอนบน	0.819 (1)	0.764 (2)	0.711 (1)	0.704 (3)	0.676 (12)	0.604 (14)	0.567 (14)	0.628 (14)	0.713 (14)	0.802 (8)	0.884 (1)	0.855 (1)	0.727 (7)
แม่แจ่มตอนล่าง	0.704 (9)	0.612 (10)	0.569 (11)	0.600 (11)	0.660 (14)	0.649 (11)	0.606 (12)	0.648 (13)	0.749 (10)	0.816 (4)	0.844 (9)	0.788 (9)	0.687 (11)
แม่หาด	0.636 (14)	0.522 (14)	0.491 (14)	0.571 (14)	0.699 (5)	0.716 (1)	0.687 (2)	0.728 (2)	0.802 (1)	0.778 (13)	0.816 (11)	0.754 (12)	0.683 (14)
แม่ตื่น	0.751 (8)	0.667 (8)	0.626 (7)	0.659 (7)	0.704 (4)	0.647 (12)	0.603 (13)	0.655 (12)	0.719 (13)	0.780 (11)	0.856 (5)	0.825 (5)	0.708 (8)
ค่าเฉลี่ย	0.739	0.662	0.617	0.645	0.701	0.723	0.709	0.759	0.783	0.816	0.846	0.798	0.733
ค่าสูงสุด	0.819	0.767	0.711	0.714	0.710	0.716	0.707	0.744	0.802	0.836	0.884	0.855	0.747
ค่าต่ำสุด	0.636	0.522	0.491	0.571	0.660	0.604	0.567	0.628	0.713	0.775	0.788	0.722	0.683



ภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของดัชนี *VCI* ของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

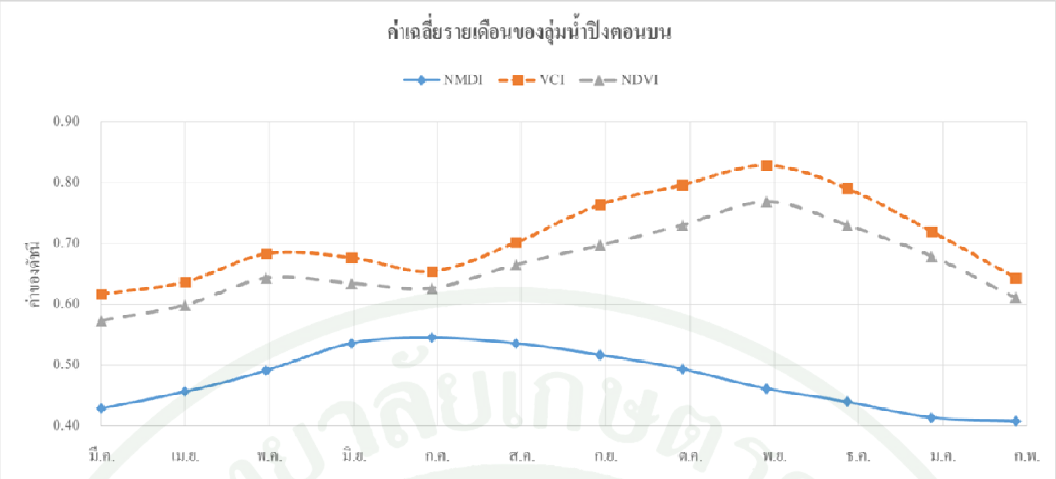
2. การเปรียบเทียบผลการประเมินค่าของดัชนี *NMDI* และ *VCI*

หลังจากการประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน (ดังแสดงในหัวข้อที่ 1) แล้วนั้น ต่อมาจึงนำผลการประเมินค่าที่ได้มาดำเนินการดังต่อไปนี้ (1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และ *VCI* และ (2) เปรียบเทียบลำดับสภาพความชุ่มชื้นและสภาพความแห้งแล้งของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน สำหรับรายละเอียดของผลการศึกษาในแต่ละส่วน แสดงได้ดังต่อไปนี้

2.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และ *VCI*

เพื่อให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ราย 8 วัน สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน จึงได้นำค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และ *VCI* สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนมาแสดงดังในภาพที่ 18 จากภาพดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ค่าดัชนี *NMDI* มีค่าเกือบต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคมและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนกรกฎาคม หลังจากนั้นจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฝนที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ทั้งนี้ ค่าของดัชนี *NMDI* ในช่วงฤดูฝนไม่เกิดความผิดปกติของค่าที่วิเคราะห์ได้ ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า แบนด์ที่ใช้คำนวณค่าดัชนี *NMDI* เป็นช่วงแบนด์ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการปกคลุมของเมฆ และ (2) ค่าดัชนี *VCI* มีค่าเกือบต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคมและเพิ่มขึ้นจนถึงพฤษภาคม จากนั้นลดลงจนถึง

เดือนกรกฎาคม จากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนพฤศจิกายน และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ดังนั้น ผลการประเมินค่า *VCI* จึงมีค่าผิดสังเกตกล่าวคือ ค่าของ *VCI* ในช่วงฤดูฝนจะไม่สอดคล้องกับปริมาณฝนที่เกิดขึ้นกล่าวคือ ดัชนี *VCI* มีค่าลดลงจากเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนกรกฎาคม และเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนมีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน โดยความผิดพลาดในช่วงฤดูฝนที่ทำให้ผลการประเมินค่าของ *VCI* ผิดพลาด อันเนื่องมาจากการที่ค่า *VCI* คำนวณมาจากดัชนี *NDVI* ดังสูตรต่อไปนี้ คือ $VCI = (NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min})$ โดยที่ดัชนี *NDVI* คำนวณได้จากสูตร $(r_{0.86} - r_{0.64}) / (r_{0.86} + r_{0.64})$ ในขณะที่ $NDVI_{max}$ และ $NDVI_{min}$ คือ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของดัชนี *NDVI* ในแต่ละจุดภาพในระหว่างช่วงเวลาการศึกษาทั้งหมด คือ ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้มิได้ทำการคำนวณค่าของดัชนี *NDVI* แต่เป็นการนำผลการศึกษาเรื่อง "การประเมินค่า *NDVI*, *NDWI* และ *NDDI* เพื่อการติดตามภัยแล้ง" ซึ่งดำเนินการโดยทนงศักดิ์ (2558) มาใช้วิเคราะห์ โดยในการศึกษาดังกล่าว พบว่า ในช่วงฤดูฝนนั้น ดัชนี *NDVI* จะได้รับผลกระทบจากเมฆปกคลุมที่เกิดขึ้นกับแบนด์ 1 (ศูนย์กลางที่ 0.64 ไมโครเมตร) ทำให้แนวโน้มของดัชนี *NDVI* ในช่วงฤดูฝนจึงเกิดความผิดพลาด ดังนั้น ในการศึกษาดังกล่าวจึงได้ทำการกำจัดภาพที่ได้รับผลกระทบจากเมฆปกคลุม ซึ่งทำให้ผลการประเมินค่าของดัชนี *NDVI* ในช่วงฤดูฝนมีความถูกต้องมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ความผิดพลาดยังคงมีอยู่จึงเป็นผลให้ดัชนี *NDVI* มีความสอดคล้องที่ไม่ดีพอกับความลึกฝนในช่วงฤดูฝน ดังนั้น เมื่อนำค่าของดัชนี *NDVI* ในการศึกษาดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณค่าของดัชนี *VCI* ในการศึกษานี้ จึงส่งผลกระทบให้ดัชนี *VCI* เกิดความไม่สอดคล้องกับความลึกฝนในช่วงฤดูฝนเช่นเดียวกันกับดัชนี *NDVI* ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้แสดงภาพการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายเดือนของทั้งดัชนี *VCI*, *NDVI* และ *NMDI* ของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 ดังในภาพที่ 18 โดยในภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ค่าของดัชนี *VCI* มีรูปแบบทำนองเดียวกับดัชนี *NDVI* แต่มีความแตกต่างจากค่าของดัชนี *NMDI* อย่างชัดเจน



ภาพที่ 18 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI*, *VCI* และ *NDVI* ของลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

2.2 การเปรียบเทียบลำดับสภาพความชุ่มชื้นและสภาพความแห้งแล้งของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 จึงได้นำผลการจัดลำดับสภาพความชุ่มชื้นและสภาพความแห้งแล้งของดัชนี *NMDI* และ *VCI* มาเปรียบเทียบกันโดยแยกออกเป็นในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งดังแสดงในตารางที่ 16 จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ลำดับสภาพความชุ่มชื้นและสภาพความแห้งแล้งของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ในช่วงฤดูแล้งซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ดัชนี *VCI* ไม่ได้รับผลกระทบจากเมฆก็ตาม แต่ลำดับสภาพความชุ่มชื้นหรือแห้งแล้งมีความแตกต่างกันระหว่าง 2 ดัชนี ก็นับว่ามากพอสมควร ยกเว้นลุ่มน้ำย่อยแม่ลี้ แม่ปิงส่วนที่ 3 แม่หาด และแม่ตื่น ที่มีลำดับเท่ากันทั้ง 2 ดัชนี ในขณะที่บางลุ่มน้ำย่อยมีความแตกต่างของลำดับมาก เช่น ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2 แม่ปิงส่วนที่ 1 แม่งัด และแม่กลางนั้น มีความแตกต่างเท่ากับ -7, 5, -4 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลการประเมินสภาพภัยแล้ง โดยทั้ง 2 ดัชนี มีความแตกต่างกันมากและสำหรับในช่วงฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ดัชนี *VCI* ได้รับผลกระทบจากเมฆ โดยที่ลำดับภาพความชุ่มชื้นหรือความแห้งแล้งมีความแตกต่างกันไม่มากเท่ากับในช่วงฤดูแล้งกล่าวคือ ในลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนบนมีลำดับเท่ากันในทั้ง 2 ดัชนี แต่สำหรับลุ่มน้ำย่อยที่มีความแตกต่างของลำดับมากที่สุด คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่ตื่น ซึ่งมีความแตกต่างของลำดับเท่ากับ -3 ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อยอื่น ๆ มีความแตกต่างของลำดับในช่วง -2 ถึง 2 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การติดตาม สภาพความแห้งแล้งของทั้ง 2 ดัชนี มีความแตกต่างกันในช่วงแล้งที่ดัชนี *VCI*

ไม่ได้รับผลกระทบจากเมฆ ในขณะที่ในช่วงฤดูฝนนั้น ดัชนี *VCI* ได้รับผลกระทบจากเมฆ ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถนำผลในช่วงดังกล่าวมาสรุปสภาพความแตกต่างของลำดับได้อย่างชัดเจนเพียงพอ

ตารางที่ 16 ลำดับสภาพความชุ่มชื้นหรือสภาพความแห้งแล้งของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยการจัดลำดับจากค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ลำดับสภาพความชุ่มชื้นหรือแห้งแล้ง					
	ฤดูฝน			ฤดูแล้ง		
	NMDI	*VCI*	*D (NMDI - VCI)*	*NMDI*	*VCI*	*D (NMDI - VCI)*
แม่ปิงส่วนที่ 1	10	8	2	11	6	5
แม่งัด	8	6	2	7	3	4
แม่แตง	3	2	1	3	1	2
แม่ปิงส่วนที่ 2	13	11	2	2	9	-7
แม่ริม	6	5	1	4	2	2
แม่กวง	9	10	-1	9	10	-1
แม่งาน	5	3	2	6	4	2
แม่ลี้	11	13	-2	12	12	0
แม่กลาง	2	4	-2	1	5	-4
แม่ปิงส่วนที่ 3	14	12	2	13	13	0
แม่แจ่มตอนบน	1	1	0	5	7	-2
แม่แจ่มตอนล่าง	7	9	-2	10	11	-1
แม่หาด	12	14	-2	14	14	0
แม่ตื่น	4	7	-3	8	8	0

3. การวิเคราะห์ความลึกฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

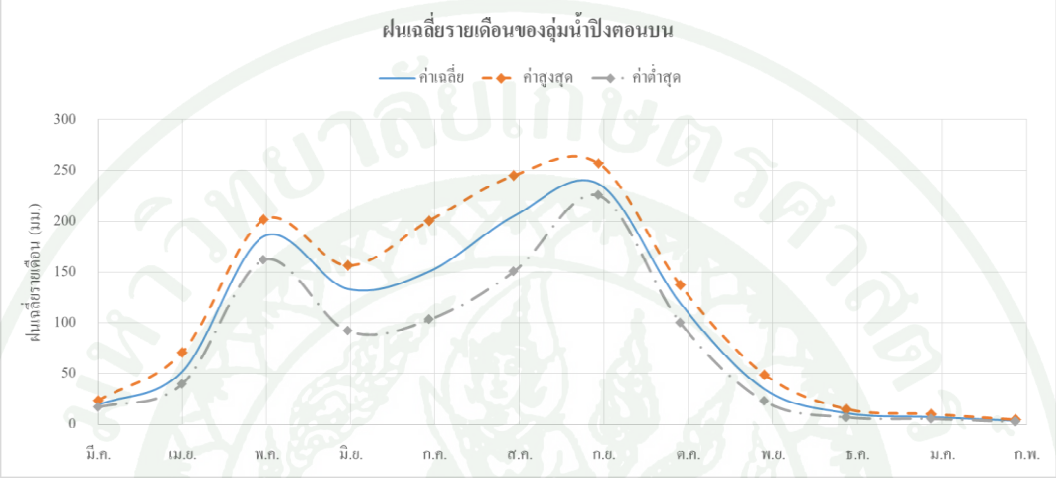
ข้อมูลความลึกฝนเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละปีที่ได้ มาจากสถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 65 สถานี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 แสดงดังในตารางที่ 17 จากตารางดังกล่าวสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ความลึกฝนสะสมรายเดือนสูงสุดเท่ากับ 366.8 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 และความลึกฝนสะสมรายเดือนต่ำสุดเท่ากับ 0.0 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนมกราคมของปี พ.ศ. 2549, 2550 และ 2552 ในเดือนกุมภาพันธ์ ของปี พ.ศ. 2544 และ 2553 และในเดือนมีนาคม

ของปี พ.ศ. 2546 และ 2550 (2) ความลึกฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยสูงสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 232.8, 212.8 และ 162.0 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกันยายน สิงหาคม และกรกฎาคม ตามลำดับ สำหรับความลึกฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยต่ำสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 3.4, 7.3 และ 10.3 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ มกราคม และธันวาคม ตามลำดับ (3) ความลึกฝนสะสมรายปีเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1182.6 มิลลิเมตร โดยมีความลึกฝนสะสมรายปีสูงสุดเท่ากับ 1393.5 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2545 และความลึกฝนสะสมรายปีต่ำสุดเท่ากับ 906.0 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2546 และ (4) ความลึกฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมมีค่าเท่ากับ 1055.7 มิลลิเมตร และความลึกฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนมีค่าเท่ากับ 126.9 มิลลิเมตร

ต่อจากนั้นจึงนำข้อมูลฝนของสถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 65 สถานี มาคำนวณหาความลึกฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่แบบรายวันของแต่ละลุ่มน้ำย่อย โดยใช้วิธีการประเมินค่าส่วนกลับของระยะทางกำลังสอง (Inverse Distance Square, IDS) ซึ่งการคำนวณหาความลึกฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่แบบรายวันนั้น จะใช้โปรแกรม MATHLAB ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นภายใต้โครงการ "การตรวจสอบภัยแล้งและการเตือนภัยล่วงหน้าสำหรับประเทศไทย" (นุชนารถ, 2555) จากนั้น จึงนำความลึกฝนเฉลี่ยรายวันที่ได้มาคำนวณหาความลึกฝนสะสมรายเดือนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน และเพื่อให้เห็นภาพการเปรียบเทียบความลึกฝนรายเดือนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยในทุกปีได้ชัดเจนขึ้นจึงได้นำความลึกฝนรายเดือนมาจัดลำดับความลึกฝนรายเดือนที่เกิดขึ้นในแต่ละลุ่มน้ำย่อย โดยกำหนดให้ลุ่มน้ำย่อยที่มีความลึกฝนรายเดือนสูงสุดได้ลำดับเท่ากับ 1 และลุ่มน้ำย่อยที่มีความลึกฝนรายเดือนต่ำสุดได้ลำดับเท่ากับ 14 และสรุปความลึกฝนรายเดือนในแต่ละเดือนและแต่ละลุ่มน้ำย่อยของทุกปีดังแสดงในตารางที่ 18 จากตารางดังกล่าวสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ความลึกฝนรายปีเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำปิงตอนบนมีค่าเท่ากับ 1182.6 มิลลิเมตร โดยมีความลึกฝนเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยสูงสุดเท่ากับ 257.2 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 ในเดือนกันยายน และมีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยต่ำสุดเท่ากับ 2.3 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่ตื่นในเดือนกุมภาพันธ์ และ (2) ความลึกฝนเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยสูงสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 1281.4, 1251.6 และ 1210.3 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 แม่งัด และ แม่ริม ตามลำดับ และสำหรับความลึกฝนเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยต่ำสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 982.9, 1062.0 และ 1080.5 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 3 แม่หาด และแม่แจ่มตอนล่าง ตามลำดับ

นอกจากนั้นแล้ว ได้นำค่าความลึกฝนเฉลี่ย ความลึกฝนสูงสุดและความลึกฝนต่ำสุดแต่ละเดือนของทั้งลุ่มน้ำปิงตอนบนมาแสดงภาพในลักษณะของกราฟที่มีความต่อเนื่องระหว่างเดือนมีนาคม

ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ดังแสดงในภาพที่ 19 จากภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความลึกฝนเฉลี่ยรายเดือนในช่วงเดือนมีนาคมมีค่าต่ำและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนพฤษภาคมและลดต่ำลงในเดือนมิถุนายน หลังจากนั้นความลึกฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนกันยายนและลดต่ำลงอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์



ภาพที่ 19 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของความลึกฝนเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ตารางที่ 17 ข้อมูลฝนเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 65 สถานี สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ปี พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ความลึกฝนสะสม
2544	4.5	0.0	74.5	8.3	227.2	94.7	197.8	246.7	145.4	166.6	14.3	10.1	1190.2
2545	5.8	8.6	7.6	37.2	254.5	123.4	99.2	239.3	320.5	98.0	152.0	47.4	1393.5
2546	17.4	3.1	23.9	44.8	105.8	165.6	131.0	152.1	212.2	43.3	6.9	0.0	906.0
2547	5.7	1.4	1.1	34.4	244.2	173.5	184.2	135.4	251.9	46.0	26.3	0.1	1104.2
2548	1.3	1.2	18.2	58.5	112.8	172.2	201.9	213.1	351.5	107.0	43.6	24.4	1305.6
2549	0.0	4.2	14.3	131.2	201.4	139.5	227.1	250.5	247.5	106.4	6.0	0.4	1328.6
2550	0.0	0.3	7.8	49.3	278.7	150.1	122.3	175.7	192.3	124.3	39.9	0.0	1140.7
2551	14.9	14.1	8.2	80.7	171.3	119.1	134.5	192.3	176.9	185.4	39.5	4.4	1141.2
2552	0.0	0.9	21.8	59.6	207.2	152.0	136.6	156.0	200.6	132.6	2.0	1.7	1071.1
2553	23.1	0.0	13.3	21.5	71.9	125.6	186.0	366.8	229.6	180.6	12.0	14.6	1245.1
ค่าเฉลี่ย	7.3	3.4	19.1	52.6	187.5	141.6	162.0	212.8	232.8	119.0	34.3	10.3	1182.6
ค่าสูงสุด	23.1	14.1	74.5	131.2	278.7	173.5	227.1	366.8	351.5	185.4	152.0	47.4	1393.5
ค่าต่ำสุด	0.0	0.0	1.1	8.3	71.9	94.7	99.2	135.4	145.4	43.3	2.0	0.0	906.0

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยรายเดือนและลำดับของฝนเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ความลึกฝนสะสม
แม่ปิงส่วนที่ 1	8.1 (4)	2.5 (12)	22.0 (3)	70.4 (1)	195.9 (3)	153.1 (2)	200.5 (1)	220.7 (6)	257.2 (1)	103.6 (12)	32.8 (9)	14.7 (1)	1281.4 (1)
แม่งัด	8.2 (3)	3.4 (8)	16.2 (14)	54.7 (5)	189.4 (4)	147.4 (3)	187.7 (2)	245.0 (1)	235.0 (7)	107.5 (10)	42.3 (3)	14.6 (2)	1251.6 (2)
แม่แตง	9.8 (1)	3.9 (4)	16.5 (13)	54.8 (4)	183.3 (7)	141.6 (7)	172.4 (4)	228.8 (4)	229.4 (10)	101.9 (13)	38.2 (5)	13.7 (3)	1194.3 (8)
แม่ปิงส่วนที่ 2	6.8 (7)	3.5 (7)	16.9 (10)	46.7 (12)	183.2 (8)	136.3 (8)	151.2 (8)	224.8 (5)	251.8 (2)	113.9 (9)	48.6 (1)	13.3 (4)	1197.1 (6)
แม่ริม	8.5 (2)	3.1 (11)	16.7 (12)	47.3 (10)	182.8 (9)	147.3 (4)	183.0 (3)	233.1 (2)	229.4 (11)	105.6 (11)	41.1 (4)	12.3 (5)	1210.3 (3)
แม่กวง	5.2 (14)	2.4 (13)	17.9 (6)	39.4 (14)	177.0 (13)	129.2 (9)	148.2 (9)	231.2 (3)	229.8 (9)	99.6 (14)	42.7 (2)	10.4 (8)	1133.1 (9)
แม่งาน	7.4 (5)	3.5 (6)	17.2 (8)	52.6 (6)	198.4 (2)	145.8 (5)	154.2 (7)	209.2 (8)	250.5 (3)	125.2 (6)	35.1 (8)	9.3 (10)	1208.5 (4)
แม่ลี้	6.7 (8)	4.1 (3)	20.7 (5)	55.0 (3)	186.9 (6)	124.1 (10)	121.3 (11)	183.9 (11)	227.1 (13)	127.3 (5)	26.5 (11)	8.3 (11)	1091.8 (11)
แม่กลาง	6.4 (9)	4.3 (2)	17.7 (7)	46.9 (11)	180.6 (11)	117.1 (11)	116.2 (12)	184.5 (10)	240.0 (5)	131.2 (4)	36.0 (6)	12.0 (6)	1092.9 (10)
แม่ปิงส่วนที่ 3	6.3 (10)	4.4 (1)	23.2 (1)	45.3 (13)	161.9 (14)	91.6 (14)	102.7 (14)	150.4 (14)	231.6 (8)	136.5 (2)	22.2 (14)	6.7 (14)	982.9 (14)
แม่แจ่มตอนบน	7.2 (6)	3.7 (5)	16.9 (11)	51.1 (9)	187.6 (5)	142.9 (6)	157.0 (6)	213.8 (7)	245.3 (4)	124.7 (7)	36.0 (7)	10.3 (9)	1196.5 (7)
แม่แจ่มตอนล่าง	6.2 (11)	3.4 (9)	17.1 (9)	51.7 (8)	182.5 (10)	115.6 (13)	133.2 (10)	179.5 (12)	237.0 (6)	118.1 (8)	25.6 (12)	10.5 (7)	1080.5 (12)
แม่หาด	6 (12)	3.3 (10)	22.9 (2)	52.3 (7)	179.7 (12)	116.2 (12)	113.5 (13)	172.0 (13)	227.8 (12)	136.9 (1)	24.5 (13)	6.9 (13)	1062.0 (13)
แม่ตื่น	5.4 (13)	2.3 (14)	20.9 (4)	55.6 (2)	201.5 (1)	156.2 (1)	164.6 (5)	194.7 (9)	225.4 (14)	136.0 (3)	26.8 (10)	8.1 (12)	1197.7 (5)
ค่าเฉลี่ย	7.3	3.4	19.1	52.6	187.5	141.6	162.0	212.8	232.8	119.0	34.3	10.3	1182.6
ค่าสูงสุด	9.8	4.4	23.2	70.4	201.5	156.2	200.5	245.0	257.2	136.9	48.6	14.7	1281.4
ค่าต่ำสุด	5.2	2.3	16.2	39.4	161.9	91.6	102.7	150.4	225.4	99.6	22.2	6.7	982.9

4. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI* กับความลึกฝนสะสมสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมในแต่ละลุ่มน้ำย่อยระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 นั้น ได้แยกการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ออกเป็น 2 กรณี คือ (1) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนีภัยแล้งราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน และ (2) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนีภัยแล้งราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปี โดยทั้ง 2 กรณี ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เป็นตัวชี้วัด สำหรับผลการศึกษาในแต่ละกรณีได้แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* กับความลึกฝนสะสมสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

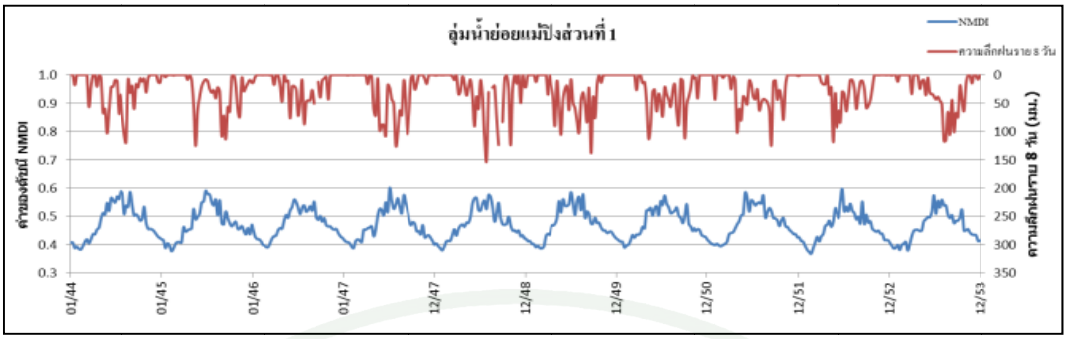
(ก) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน (กรณีที่ 1)

ในการศึกษานี้ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าว สำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 แสดงดังในภาพที่ 20 และสำหรับลุ่มน้ำย่อยอื่น ๆ แสดงดังในภาพผนวกที่ ง1 ทั้งนี้ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) สำหรับทุกปีระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคมในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนแสดงค่าดังในตารางที่ 19 จากตารางดังกล่าวสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r สูงสุดเท่ากับ 0.750 คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2553 และลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r ต่ำสุดเท่ากับ 0.010 คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 3 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2545 และลุ่มน้ำย่อยแม่ลี้ แม่แจ่มตอนล่าง และแม่หาด ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2552 (2) ค่า r เฉลี่ยสูงสุดรายปี 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.650, 0.569 และ 0.492 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2553, 2548 และ 2546 ตามลำดับ และค่า r เฉลี่ยต่ำสุดรายปี 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.091, 0.097 และ 0.143 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2552, 2545 และ 2551 ตามลำดับ และ (3) ค่า r เฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยมีค่าเท่ากับ 0.307 โดยลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยรายปีสูงสุดเท่ากับ 0.410 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่แตง และลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยรายปีต่ำสุดเท่ากับ 0.192 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 3 ทั้งนี้เมื่อมองในภาพรวมแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าค่า r เฉลี่ยรายปีสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ

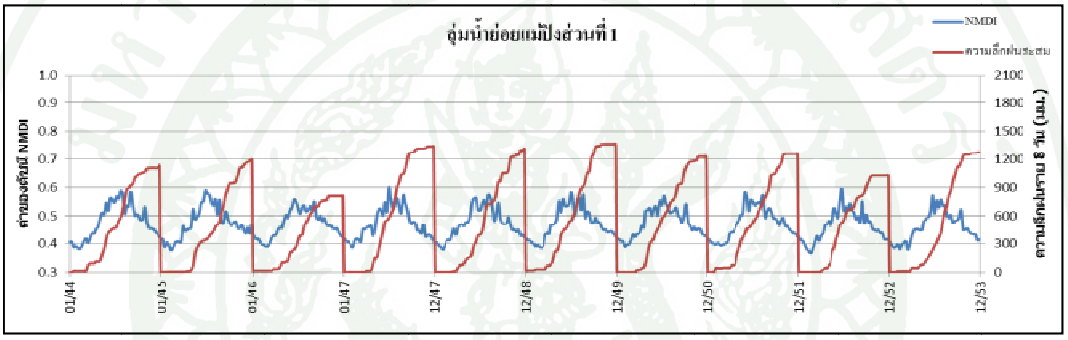
(ข) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปี (กรณีที่ 2)

นอกจากนั้นแล้วในการศึกษานี้ ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปี ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าว สำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 แสดงดังในภาพที่ 21 และสำหรับลุ่มน้ำย่อยอื่น ๆ แสดงดังในภาพผนวกที่ ง2 ทั้งนี้ผลประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) สำหรับทุกปีระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคมในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนแสดงค่าดังในตารางที่ 20 จากตารางดังกล่าวสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r สูงสุดเท่ากับ 0.900 คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่ตื่น ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2547 และลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r ต่ำสุดเท่ากับ 0.492 คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2552 (2) ค่า r เฉลี่ยสูงสุดรายปี 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.836, 0.769 และ 0.706 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2547, 2545 และ 2548 ตามลำดับ และค่า r เฉลี่ยต่ำสุดรายปี 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.611, 0.622 และ 0.631 ซึ่งเกิดขึ้นในปีพ.ศ. 2552, 2544 และ 2549 ตามลำดับ และ (3) ค่า r เฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยมีค่าเท่ากับ 0.689 โดยลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยรายปีสูงสุดเท่ากับ 0.742 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนล่าง และลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยรายปีต่ำสุดเท่ากับ 0.619 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 ทั้งนี้เมื่อมองในภาพรวมแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าค่า r เฉลี่ยรายปีสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบทั้ง 2 กรณี พบว่า ดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน มีความสัมพันธ์กับความลึกฝนสะสมในช่วงฤดูฝนในแต่ละปีอย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ตาม ค่า r ที่ได้จากความสัมพันธ์จากกรณีที่ 1 นั้น ไม่ดีเท่าที่ควรตามที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ทั้งนี้เนื่องจากธรรมชาติของการตกของฝนจะไม่ต่อเนื่อง ในขณะที่ค่าของดัชนี *NMDI* เป็นค่าที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กันและไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างฉับพลันเหมือนกับข้อมูลฝน ดังนั้น เมื่อนำข้อมูลฝนมาบวกสะสมกันแล้วจึงนำไปหาความสัมพันธ์กับดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน ดังในกรณีที่ 2 จึงได้ความสัมพันธ์ที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน สำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องในแต่ละปี สำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ตารางที่ 19 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างดัชนี *NMDI* กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน ช่วงเดือนเมษายนถึงสิงหาคมในปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างดัชนี *NMDI* กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน										
	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.241	0.111	0.432	0.226	0.492	0.176	0.457	0.107	0.119	0.556	0.292
แม่งัด	0.434	0.045	0.570	0.408	0.551	0.241	0.353	0.358	0.111	0.619	0.369
แม่แตง	0.439	0.077	0.629	0.442	0.604	0.348	0.465	0.267	0.253	0.572	0.410
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.488	0.054	0.275	0.446	0.624	0.171	0.215	0.043	0.122	0.750	0.319
แม่ริม	0.468	0.150	0.550	0.402	0.663	0.352	0.343	0.330	0.199	0.587	0.405
แม่กวง	0.276	0.065	0.546	0.276	0.633	0.259	0.255	0.212	0.024	0.689	0.323
แม่งาน	0.455	0.053	0.571	0.351	0.617	0.204	0.265	0.072	0.060	0.717	0.337
แม่ลี้	0.181	0.104	0.482	0.141	0.465	0.016	0.173	0.075	0.010	0.693	0.234
แม่กลาง	0.130	0.013	0.454	0.210	0.596	0.120	0.206	0.067	0.041	0.610	0.245
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.176	0.010	0.328	0.111	0.412	0.043	0.037	0.042	0.098	0.661	0.192
แม่แจ่มตอนบน	0.436	0.140	0.538	0.283	0.645	0.282	0.454	0.229	0.064	0.704	0.378
แม่แจ่มตอนล่าง	0.274	0.252	0.412	0.059	0.498	0.244	0.153	0.078	0.010	0.617	0.260
แม่หาด	0.096	0.035	0.513	0.171	0.460	0.044	0.025	0.022	0.010	0.644	0.202
แม่ตื่น	0.285	0.249	0.589	0.160	0.709	0.168	0.285	0.100	0.156	0.677	0.338
ค่าเฉลี่ย	0.313	0.097	0.492	0.263	0.569	0.191	0.263	0.143	0.091	0.650	0.307
ค่าสูงสุด	0.488	0.252	0.629	0.446	0.709	0.352	0.465	0.358	0.253	0.750	0.410
ค่าต่ำสุด	0.096	0.010	0.275	0.059	0.412	0.016	0.025	0.022	0.010	0.556	0.192

ตารางที่ 20 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างดัชนี *NMDI* กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปี ช่วงเดือนเมษายนถึงสิงหาคมในปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างดัชนี *NMDI* กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปี										
	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.676	0.587	0.642	0.745	0.517	0.602	0.626	0.682	0.588	0.525	0.619
แม่งัด	0.573	0.724	0.709	0.857	0.627	0.594	0.564	0.616	0.637	0.579	0.648
แม่แตง	0.746	0.643	0.734	0.755	0.603	0.670	0.656	0.706	0.667	0.576	0.676
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.617	0.773	0.636	0.776	0.787	0.560	0.600	0.671	0.492	0.658	0.657
แม่ริม	0.596	0.688	0.736	0.817	0.601	0.550	0.606	0.621	0.714	0.575	0.650
แม่กวง	0.554	0.866	0.755	0.808	0.838	0.546	0.673	0.680	0.682	0.615	0.702
แม่งาน	0.655	0.733	0.693	0.807	0.652	0.632	0.736	0.697	0.654	0.680	0.694
แม่ลี้	0.564	0.860	0.698	0.886	0.879	0.658	0.765	0.635	0.625	0.674	0.724
แม่กลาง	0.492	0.716	0.657	0.878	0.647	0.619	0.632	0.711	0.595	0.553	0.650
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.604	0.873	0.709	0.869	0.816	0.605	0.770	0.746	0.570	0.687	0.725
แม่แจ่มตอนบน	0.668	0.764	0.677	0.879	0.629	0.784	0.696	0.732	0.604	0.638	0.707
แม่แจ่มตอนล่าง	0.730	0.843	0.702	0.870	0.728	0.761	0.725	0.813	0.611	0.641	0.742
แม่หาด	0.521	0.848	0.756	0.863	0.866	0.663	0.837	0.626	0.599	0.728	0.731
แม่ตื่น	0.713	0.853	0.751	0.900	0.693	0.585	0.757	0.699	0.514	0.727	0.719
ค่าเฉลี่ย	0.622	0.769	0.704	0.836	0.706	0.631	0.689	0.688	0.611	0.633	0.689
ค่าสูงสุด	0.746	0.873	0.756	0.900	0.879	0.784	0.837	0.813	0.714	0.728	0.742
ค่าต่ำสุด	0.492	0.587	0.636	0.745	0.517	0.546	0.564	0.616	0.492	0.525	0.619

4.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *VCI* กับความลึกฝนสะสมสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

(ก) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *VCI* กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน (กรณีที่ 1)

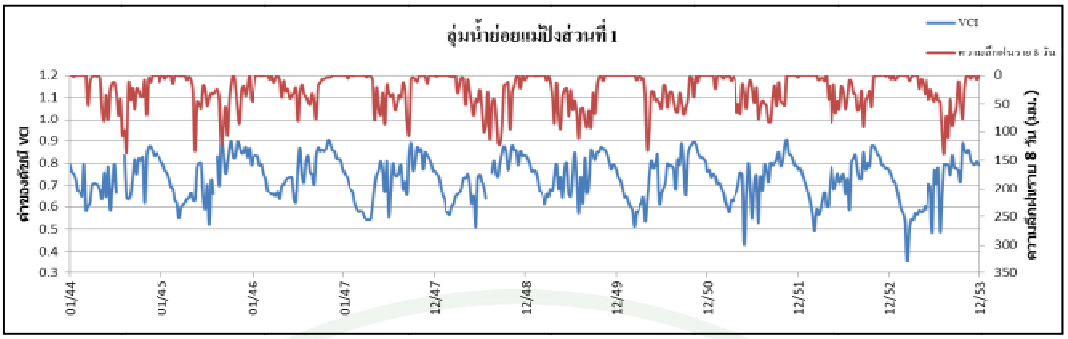
ในการศึกษานี้ ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนี *VCI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าว สำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 แสดงดังในภาพที่ 22 และสำหรับลุ่มน้ำย่อยอื่น ๆ แสดงดังในภาพผนวกที่ ง3 ทั้งนี้ผลประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) สำหรับทุกปีระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคมในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนแสดงค่าดังในตารางที่ 21 จากตารางดังกล่าวสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r สูงสุดเท่ากับ 0.757 คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2547 และลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r ต่ำสุดเท่ากับ 0.005 คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2551 (2) ค่า r เฉลี่ยสูงสุดรายปี 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.415, 0.378 และ 0.317 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2548, 2553 และ 2547 ตามลำดับ และค่า r เฉลี่ยต่ำสุดรายปี 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.173, 0.177 และ 0.178 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2549, 2552 และ 2546 ตามลำดับ และ (3) ค่า r เฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยมีค่าเท่ากับ 0.261 โดยลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยรายปีสูงสุดเท่ากับ 0.373 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2 และลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยรายปีต่ำสุดเท่ากับ 0.166 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 3 ทั้งนี้เมื่อมองในภาพรวมแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าค่า r เฉลี่ยรายปีสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงค่อนข้างต่ำ

(ข) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *VCI* กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปี (กรณีที่ 2)

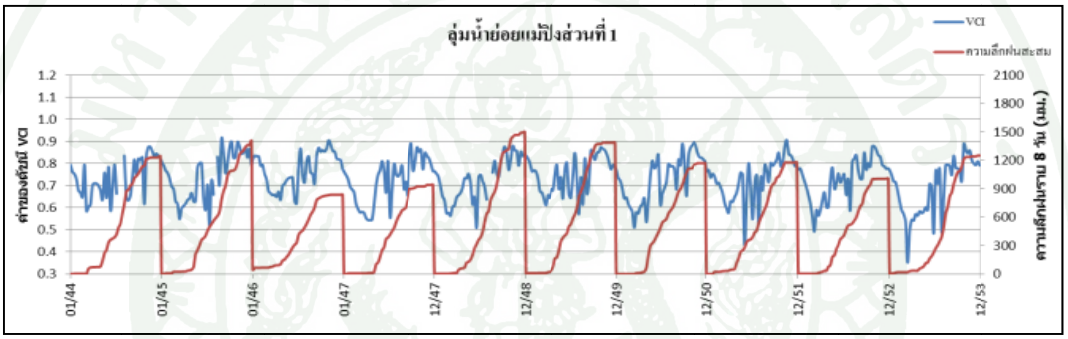
นอกจากนั้นแล้ว ในการศึกษานี้ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนี *VCI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปีระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าว สำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 แสดงดังในภาพที่ 23 และสำหรับลุ่มน้ำย่อยอื่น ๆ แสดงดังในภาพผนวกที่ ง4 ทั้งนี้ผลประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) สำหรับทุกปีระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคมในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนแสดงค่าดังในตารางที่ 22 จากตารางดังกล่าวสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r สูงสุดเท่ากับ 0.800 คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2553 และลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r ต่ำสุดเท่ากับ 0.006 คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่ริม ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2547 (2) ค่า r เฉลี่ยสูงสุดรายปี 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.399, 0.388 และ 0.374 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2550, 2553 และ 2547 ตามลำดับ และค่า

r เฉลี่ยต่ำสุดรายปี 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.197, 0.228 และ 0.243 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2549, 2546 และ 2551 ตามลำดับ และ (3) ค่า r เฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยมีค่าเท่ากับ 0.290 โดยลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยรายปีสูงสุดเท่ากับ 0.459 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2 และลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยรายปีต่ำสุดเท่ากับ 0.178 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำแม่ตื่น ซึ่งเมื่อมองในภาพรวมแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าค่า r เฉลี่ยรายปีสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงค่อนข้างต่ำ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบทั้ง 2 กรณี พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *VCI* กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน ดีกว่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *VCI* กับความลึกฝนสะสมรายปีในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 แม่ลี้ และแม่ปิงส่วนที่ 3 ในขณะเดียวกันความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *VCI* กับความลึกฝนสะสมดีกว่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *VCI* กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน ในลุ่มน้ำย่อยแม่งัด แม่แตง แม่งาน และ แม่แจ่มตอนล่าง ส่วนลุ่มน้ำย่อย อื่น ๆ ยังไม่สามารถสรุปชัดเจนว่าเหมาะสมกับความสัมพันธ์แบบใด อย่างไรก็ตาม ค่า r ที่ได้จากความสัมพันธ์ในกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 นั้น ไม่ดีเท่าที่ควร อาจจะมีสาเหตุเนื่องจากมีเมฆปกคลุมจำนวนมากในช่วงฤดูฝน จึงจำเป็นต้องกำจัดจุดภาพที่มีอิทธิพลของเมฆก่อนที่จะนำไปคำนวณเป็นดัชนี *NDVI* และเมื่อนำค่าของดัชนี *NDVI* ที่กำจัดจุดเมฆออกไปแล้วนั้น มาคำนวณเป็นดัชนี *VCI* ทำให้จุดภาพที่ครอบคลุมทั้งลุ่มน้ำย่อยหายไปบางส่วนทำให้ค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำย่อยในช่วงฤดูฝนไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นเมื่อนำค่าของดัชนี *VCI* มาหาความสัมพันธ์กับความลึกฝนโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ทำให้ผลที่ได้อยู่เกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ



ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *VCI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน สำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553



ภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *VCI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องในแต่ละปี สำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ตารางที่ 21 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างดัชนี *VCI* กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน ช่วงเดือนเมษายนถึงสิงหาคมในปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างดัชนี *VCI* กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน										
	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	เฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.065	0.216	0.429	0.518	0.332	0.033	0.024	0.005	0.328	0.584	0.254
แม่งัด	0.385	0.365	0.240	0.381	0.547	0.162	0.534	0.139	0.179	0.532	0.346
แม่แตง	0.241	0.338	0.122	0.092	0.601	0.376	0.414	0.015	0.076	0.175	0.245
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.209	0.344	0.159	0.757	0.233	0.080	0.241	0.547	0.393	0.763	0.373
แม่ริม	0.569	0.194	0.103	0.292	0.659	0.198	0.105	0.033	0.041	0.345	0.254
แม่กวง	0.026	0.201	0.077	0.200	0.239	0.027	0.034	0.612	0.316	0.604	0.234
แม่งาน	0.462	0.256	0.244	0.184	0.354	0.187	0.209	0.355	0.213	0.257	0.272
แม่ลี้	0.152	0.359	0.151	0.381	0.234	0.374	0.098	0.417	0.010	0.284	0.246
แม่กลาง	0.366	0.216	0.008	0.208	0.599	0.091	0.230	0.249	0.203	0.083	0.225
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.095	0.117	0.014	0.204	0.064	0.190	0.012	0.260	0.243	0.454	0.166
แม่แจ่มตอนบน	0.481	0.100	0.128	0.048	0.705	0.151	0.334	0.040	0.178	0.273	0.244
แม่แจ่มตอนล่าง	0.233	0.003	0.363	0.316	0.505	0.081	0.013	0.121	0.159	0.464	0.226
แม่หาด	0.549	0.420	0.259	0.656	0.074	0.321	0.227	0.723	0.023	0.206	0.346
แม่ตื่น	0.240	0.192	0.193	0.203	0.662	0.145	0.095	0.182	0.112	0.266	0.229
ค่าเฉลี่ย	0.291	0.237	0.178	0.317	0.415	0.173	0.184	0.264	0.177	0.378	0.261
ค่าสูงสุด	0.569	0.420	0.429	0.757	0.705	0.376	0.534	0.723	0.393	0.763	0.373
ค่าต่ำสุด	0.026	0.003	0.008	0.048	0.064	0.027	0.012	0.005	0.010	0.083	0.166

ตารางที่ 22 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างดัชนี *VCI* กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปี ช่วงเดือนเมษายนถึงสิงหาคมในปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างดัชนี *VCI* กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปี										
	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2551	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	เฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.213	0.189	0.618	0.509	0.334	0.046	0.559	0.249	0.553	0.657	0.393
แม่งัด	0.364	0.013	0.272	0.359	0.070	0.214	0.387	0.044	0.396	0.524	0.264
แม่แตง	0.298	0.137	0.196	0.072	0.179	0.358	0.254	0.104	0.053	0.218	0.187
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.133	0.389	0.093	0.658	0.612	0.279	0.597	0.339	0.686	0.800	0.459
แม่ริม	0.478	0.025	0.217	0.006	0.222	0.048	0.278	0.090	0.112	0.368	0.184
แม่กวง	0.114	0.430	0.225	0.703	0.129	0.016	0.602	0.386	0.679	0.612	0.389
แม่งาน	0.318	0.132	0.158	0.355	0.116	0.143	0.358	0.105	0.132	0.256	0.207
แม่ลี้	0.062	0.421	0.425	0.695	0.240	0.476	0.539	0.490	0.512	0.339	0.420
แม่กลาง	0.352	0.262	0.024	0.232	0.087	0.140	0.463	0.017	0.145	0.173	0.190
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.208	0.135	0.040	0.517	0.541	0.051	0.466	0.523	0.366	0.449	0.330
แม่แจ่มตอนบน	0.403	0.350	0.167	0.136	0.180	0.441	0.128	0.622	0.198	0.268	0.289
แม่แจ่มตอนล่าง	0.190	0.210	0.327	0.296	0.147	0.099	0.312	0.070	0.025	0.350	0.202
แม่หาด	0.019	0.480	0.228	0.662	0.653	0.331	0.522	0.345	0.241	0.204	0.369
แม่ตื่น	0.240	0.192	0.193	0.203	0.662	0.145	0.095	0.182	0.112	0.266	0.229
ค่าเฉลี่ย	0.242	0.240	0.227	0.386	0.298	0.199	0.397	0.255	0.301	0.392	0.294
ค่าสูงสุด	0.478	0.480	0.618	0.703	0.662	0.476	0.602	0.622	0.686	0.800	0.459
ค่าต่ำสุด	0.019	0.013	0.024	0.006	0.070	0.016	0.095	0.017	0.025	0.173	0.184

5. การคัดเลือกดัชนีภัยแล้งที่มีความเหมาะสมในการติดตามสภาพภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย

การคัดเลือกดัชนีภัยแล้งที่มีความเหมาะสมในการติดตามสภาพภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย ใช้เกณฑ์การคัดเลือกโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI* กับความลึกฝนสะสมสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน (ดังแสดงในหัวข้อที่ 4) จากหัวข้อดังกล่าวพบว่า (1) ค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วันกับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน มีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยเท่ากับ 0.307 มีค่า r เฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่าง 0.192 - 0.410 (2) ค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วันกับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปีมีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยเท่ากับ 0.689 มีค่า r เฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่าง 0.619 - 0.742 (3) ค่าของดัชนี *VCI* ราย 8 วันกับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน มีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยเท่ากับ 0.261 มีค่า r เฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่าง 0.166 - 0.373 และ (4) ค่าของดัชนี *VCI* ราย 8 วันกับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปีมีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยเท่ากับ 0.290 มีค่า r เฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่าง 0.178 - 0.45 ดังนั้น ในการศึกษานี้ จึงได้คัดเลือกดัชนี *NMDI* มาใช้ประเมินสภาพภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำอื่น ๆ ในประเทศไทย เนื่องจากเป็นดัชนีที่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าดัชนี *VCI* ในเรื่องของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และสามารถแสดงภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพความชุ่มชื้นและสภาพความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนสำหรับทุกปีของลุ่มน้ำปิงตอนบนได้อย่างสมเหตุสมผลกับสภาพความเป็นจริง

6. การประเมินสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นโดยใช้ดัชนี *NMDI* สำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย

สำหรับการประเมินสภาพความชุ่มชื้นและสภาพความแห้งแล้งของลุ่มน้ำประเทศไทยนั้น ได้เลือกดัชนี *NMDI* เนื่องจากพบว่าเป็นดัชนีที่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าดัชนี *VCI* ทั้งเรื่องของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และความสามารถในการแสดงผลภาพความแห้งแล้งและชุ่มชื้น ดังนั้น ในการศึกษาค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน สำหรับลุ่มน้ำประเทศไทยนั้น โดยเลือกวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะในระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553 เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาดำเนินการดังต่อไปนี้ คือ (1) การกำหนดเฉดสีของดัชนี *NMDI* (2) การประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกลุ่มน้ำในประเทศไทย (3) การประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย (4) การจัดลำดับสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นของดัชนี *NMDI* สำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย และ (5) การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับ ลุ่มน้ำในประเทศไทย สำหรับรายละเอียดของผลการศึกษาในแต่ละส่วนแสดงได้ดังต่อไปนี้

6.1 การกำหนดเฉดสีของดัชนี *NMDI*

เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย จึงได้ทำการหาค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* ในแต่ละจุดภาพของทุกลุ่มน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553 ซึ่งผลการเฉลี่ยในแต่ละเดือนแสดงดังในภาพที่ 24 ถึงภาพที่ 28 โดยในภาพดังกล่าวได้กำหนดการใช้เฉดสีเช่นเดียวกันกับเฉดสีที่ได้แสดงสำหรับผลการวิเคราะห์ในลุ่มน้ำปิงตอนบนดังอธิบายไว้ในหัวข้อที่ 1.1.1 (เรื่อง การกำหนดเฉดสีของดัชนี *NMDI*)

6.2 การประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกลุ่มน้ำในประเทศไทย

ผลการเฉลี่ยค่ารายเดือนในแต่ละปีที่ได้จากผลการประเมินค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน สำหรับทุกจุดภาพของแต่ละลุ่มน้ำในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553 แสดงดังในตารางที่ 23 จากตารางดังกล่าวสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ค่าของดัชนี *NMDI* มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.541 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.408 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 (2) ค่าเฉลี่ยรายเดือนสูงสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.527, 0.520 และ 0.515 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และมิถุนายน ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.420, 0.424 และ 0.437 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม ตามลำดับ และ (3) ค่าเฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 0.477 โดยมีค่าเฉลี่ยรายปีสูงสุดเท่ากับ 0.481 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2551 ส่วนปีที่มีค่าเฉลี่ยรายปีต่ำสุดเท่ากับ 0.472 ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2553

6.3 การประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย

ผลการประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละปีที่ได้จากผลการประเมินค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน สำหรับทุกจุดภาพของแต่ละลุ่มน้ำได้ถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* ตลอดจนการจัดลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ.2553 ทั้งนี้ในการจัดลำดับได้พิจารณาแบ่งลุ่มน้ำโขงออกเป็น 2 ส่วน คือ ลุ่มน้ำโขงภาคเหนือ และลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน ดังนั้นจะได้ลำดับทั้งหมดเป็น 26 ลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 24 ถึงตารางที่ 28 และเพื่อให้เห็นภาพการเปรียบเทียบค่าของดัชนี *NMD*I สำหรับ 26 ลุ่มน้ำในทุกปี จึงได้สรุปค่าของดัชนี *NMDI* ในแต่ละเดือนและแต่ละลุ่มน้ำของทุกปีดังแสดงในตารางที่ 29 ซึ่งตารางทั้งหมดดังกล่าวสรุปได้ดังนี้ คือ (1) ค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำในประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 0.477 โดยมีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.592 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำ

ทะเลสาบสงขลาของเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 และมีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำต่ำสุดเท่ากับ 0.349 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำโขงภาคอีสานของเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 (2) ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำสูงสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.526, 0.513 และ 0.509 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก แม่น้ำปัตตานี ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำต่ำสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.444, 0.456 และ 0.460 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน ลุ่มน้ำมูล และลุ่มน้ำวัง ตามลำดับ (3) ในช่วงฤดูแล้ง ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำสูงสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.513, 0.510 และ 0.509 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก และ ลุ่มน้ำปัตตานี ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำต่ำสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.395, 0.412 และ 0.413 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน ลุ่มน้ำมูล และลุ่มน้ำวัง ตามลำดับ และ (4) ในช่วงฤดูฝน ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำสูงสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.542, 0.538 และ 0.530 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก และลุ่มน้ำสาละวิน ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำต่ำสุด 3 ลำดับแรก มีค่าเท่ากับ 0.493, 0.500 และ 0.501 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน ลุ่มน้ำมูล และลุ่มน้ำชี ตามลำดับ

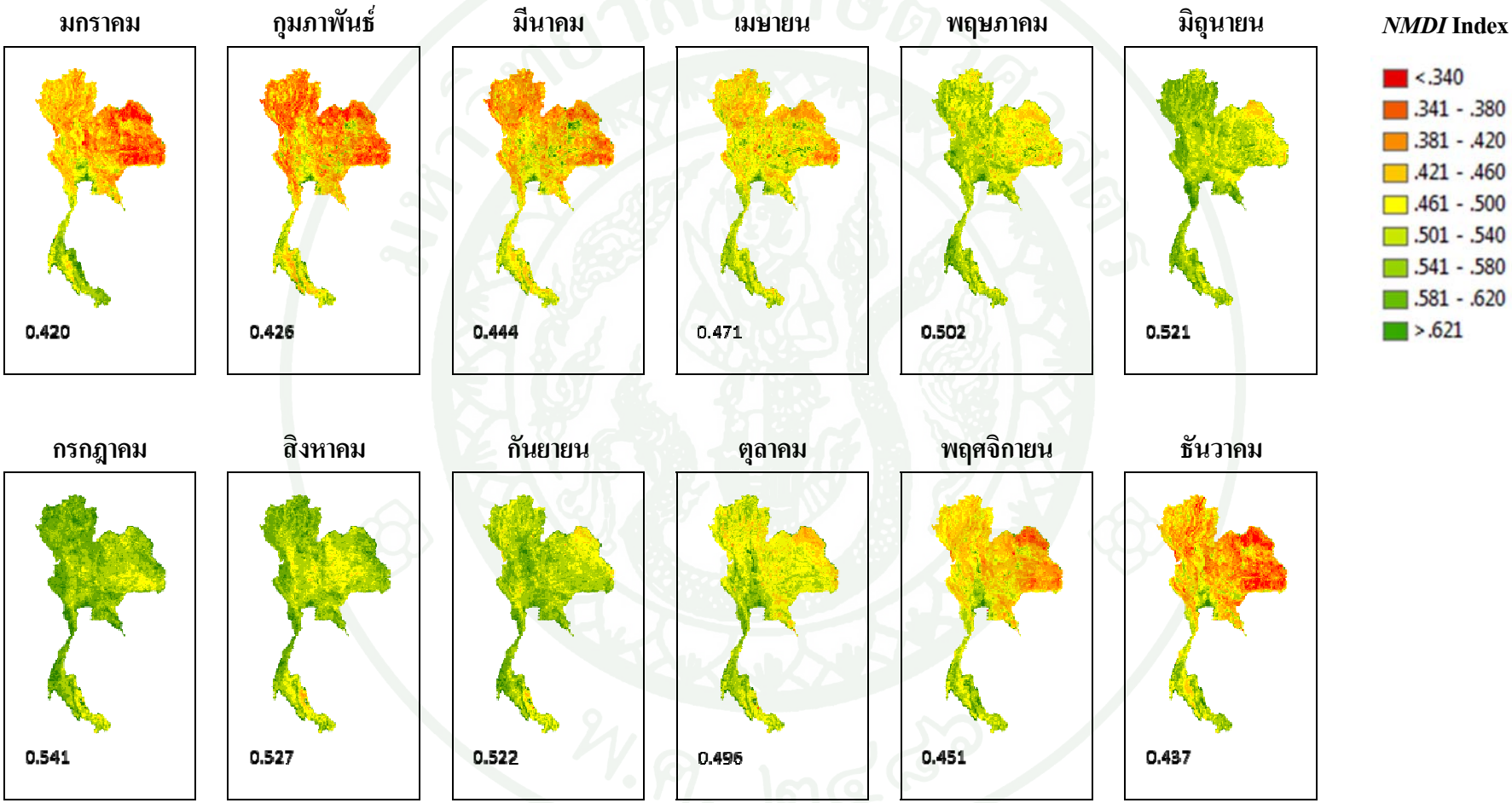
6.4 การจัดลำดับสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นโดยดัชนี *NMDI* สำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งที่เกิดขึ้นในแต่ละลุ่มน้ำของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553 แสดงตัวอย่างดังในตารางที่ 24 ถึงตารางที่ 28 ทั้งนี้แนวทางการจัดลำดับสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นนั้น กำหนดเช่นเดียวกับกรณีของดัชนี *NMDI* สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน (ในหัวข้อที่ 1.1.4) จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของแต่ละเดือนสำหรับทุกปี ดังแสดงในตารางที่ 29 จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ลุ่มน้ำที่มีลำดับความชุ่มชื้นเฉลี่ยรายปีสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก แม่น้ำปัตตานี ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ตามลำดับ และลุ่มน้ำที่มีลำดับความแห้งแล้งสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน ลุ่มน้ำมูล และลุ่มน้ำวัง ตามลำดับ

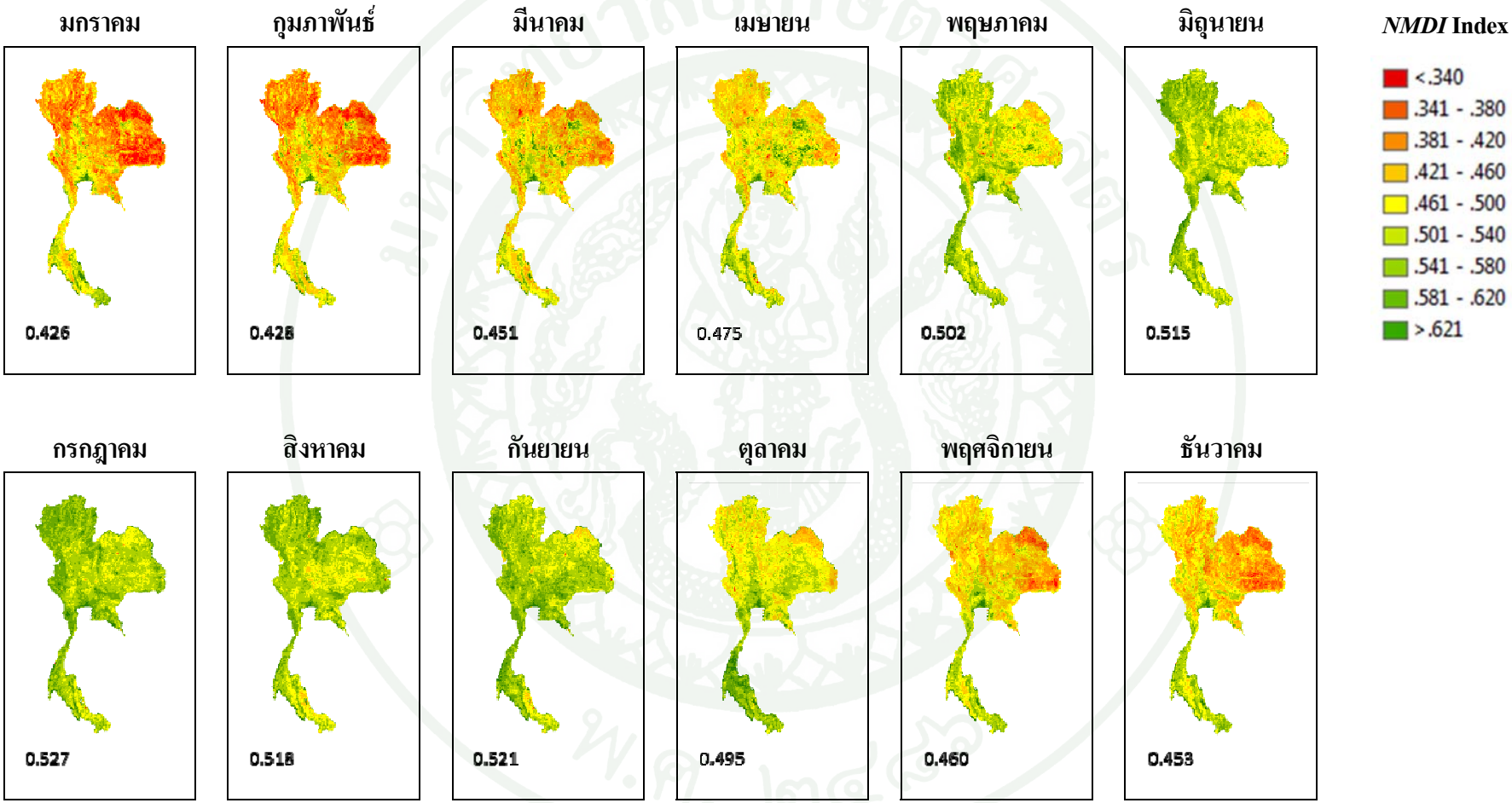
6.5 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย

เพื่อให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน สำหรับลุ่มน้ำประเทศไทยจึงได้นำผลการประเมินค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดในแต่ละเดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553 ดังแสดงในภาพที่ 29 โดยในภาพดังกล่าวแสดงค่าของดัชนี *NMDI* ระหว่าง

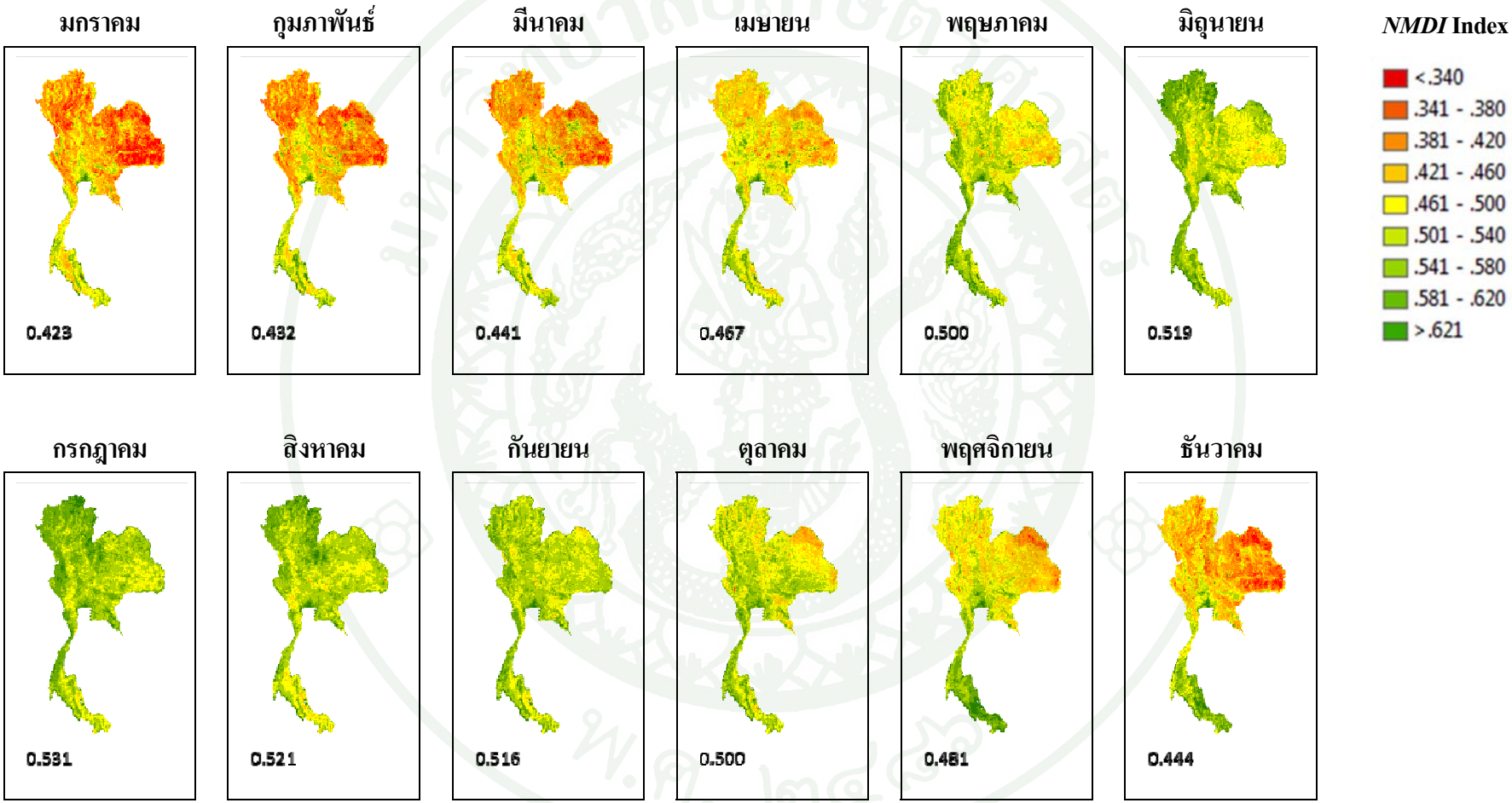
เดือนมีนาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เพื่อให้เห็นภาพในลักษณะของกราฟที่มีความต่อเนื่อง จากภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนี *NMDI* มีค่าเกือบต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคมและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนกรกฎาคม หลังจากนั้นจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าต่ำสุดในเดือนมกราคมและมีค่าเพิ่มขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์



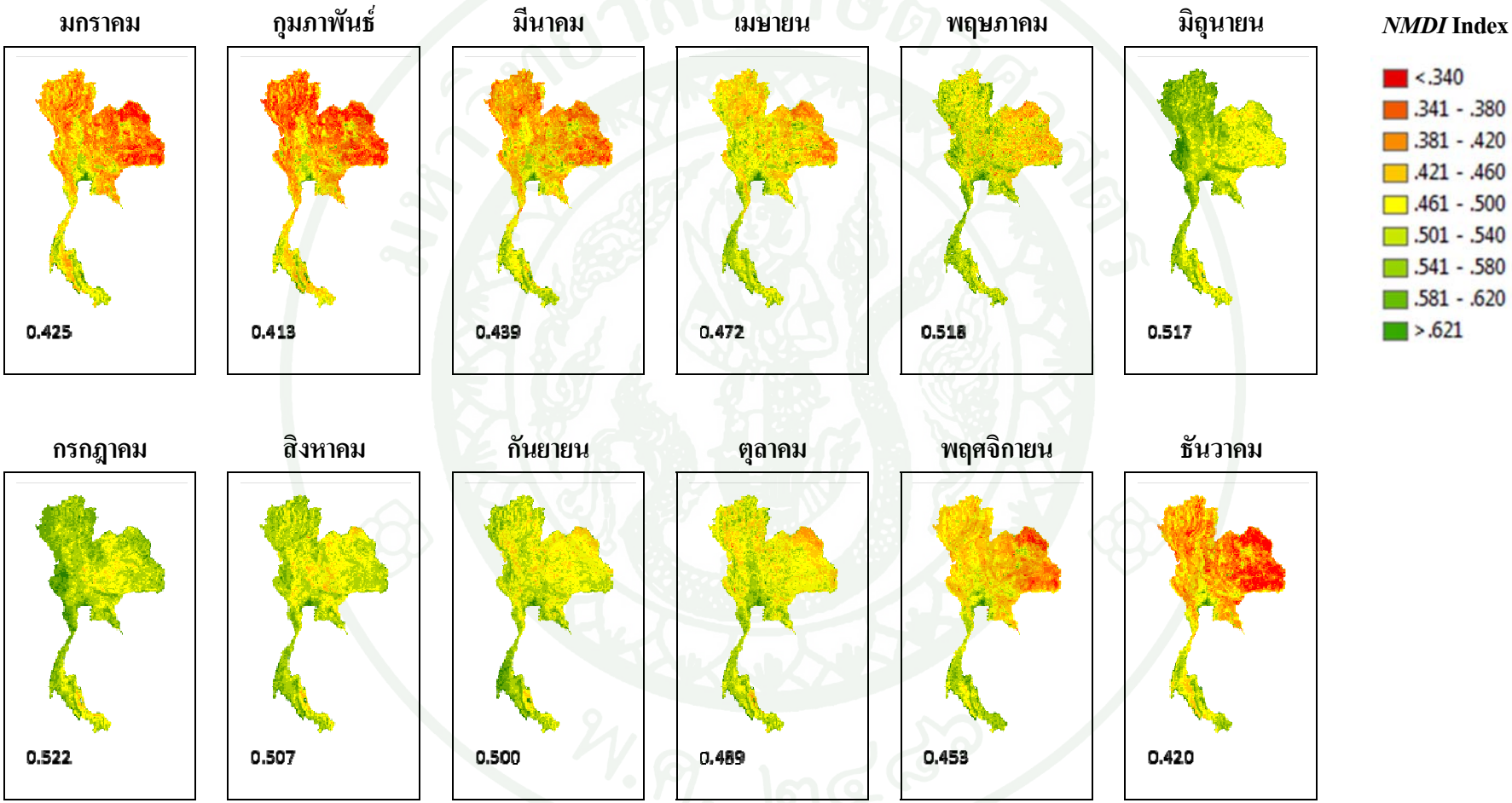
ภาพที่ 24 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับแต่ละจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2549



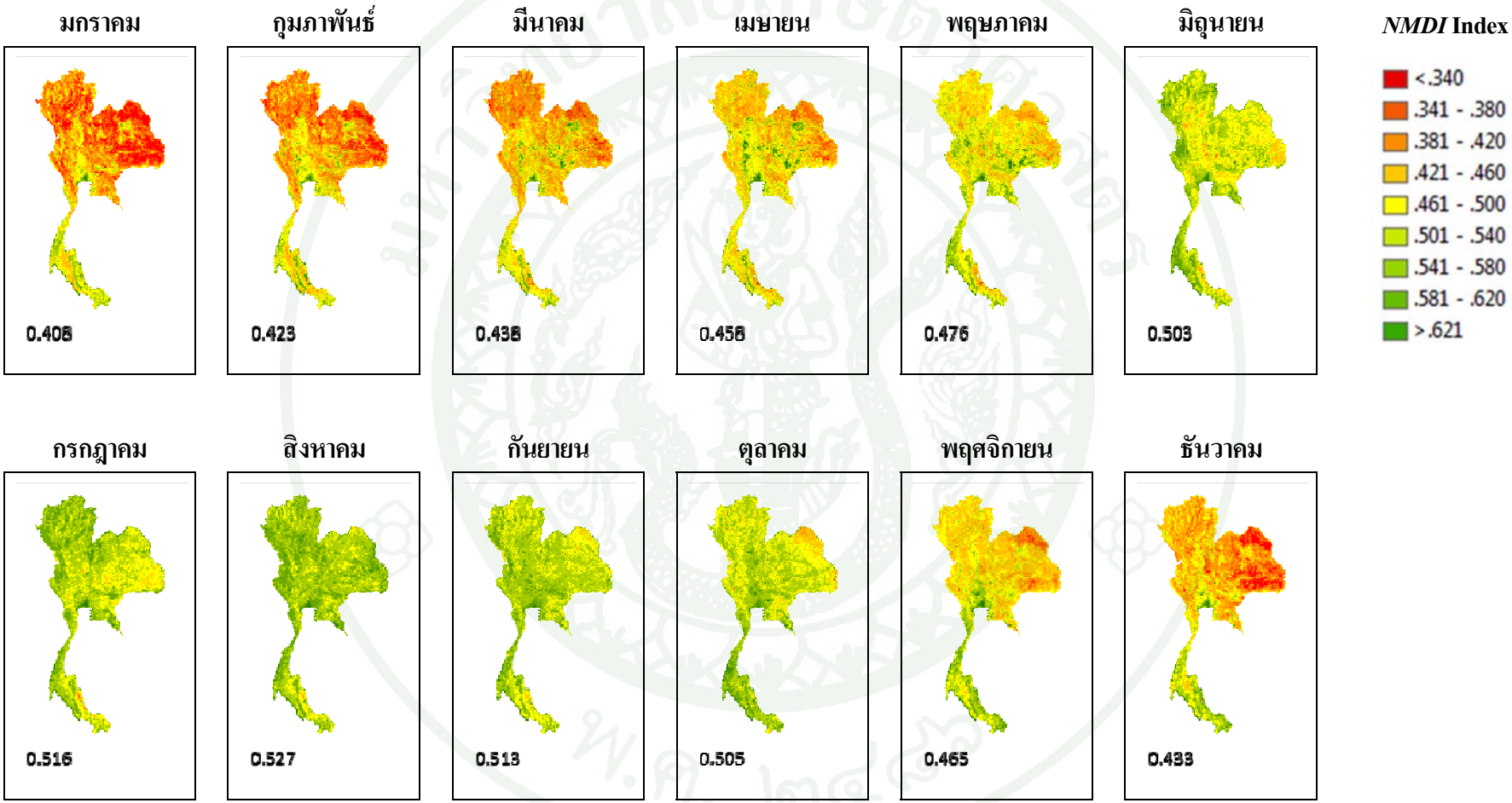
ภาพที่ 25 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับแต่ละจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2550



ภาพที่ 26 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับแต่ละจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2551



ภาพที่ 27 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับแต่ละจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2552



ภาพที่ 28 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับแต่ละจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2553

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับแต่ละจุดภาพของลุ่มน้ำในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553

ปี พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
2549	0.420	0.426	0.444	0.471	0.502	0.521	0.541	0.527	0.522	0.496	0.451	0.437	0.480
2550	0.426	0.428	0.451	0.475	0.502	0.515	0.527	0.518	0.521	0.495	0.460	0.453	0.481
2551	0.423	0.432	0.441	0.467	0.500	0.519	0.531	0.521	0.516	0.500	0.481	0.444	0.481
2552	0.425	0.413	0.439	0.472	0.518	0.517	0.522	0.507	0.500	0.489	0.453	0.420	0.473
2553	0.408	0.423	0.438	0.458	0.476	0.503	0.516	0.527	0.513	0.505	0.465	0.433	0.472
ค่าเฉลี่ย	0.420	0.424	0.443	0.469	0.500	0.515	0.527	0.520	0.514	0.497	0.462	0.437	0.477
ค่าสูงสุด	0.426	0.432	0.451	0.475	0.518	0.521	0.541	0.527	0.522	0.505	0.481	0.453	0.481
ค่าต่ำสุด	0.408	0.413	0.438	0.458	0.476	0.503	0.516	0.507	0.500	0.489	0.451	0.420	0.472

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2549

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำสาละวิน	0.420 (16)	0.400 (23)	0.412 (23)	0.468 (17)	0.524 (6)	0.552 (3)	0.564 (2)	0.552 (3)	0.523 (15)	0.496 (15)	0.455 (13)	0.441 (14)	0.484 (13)
ลุ่มน้ำโขง	0.401 (22)	0.392 (24)	0.408 (25)	0.448 (23)	0.484 (23)	0.525 (16)	0.558 (7)	0.554 (2)	0.525 (12)	0.513 (9)	0.444 (20)	0.412 (23)	0.472 (21)
ภาคเหนือ													
ลุ่มน้ำโขง	0.366 (26)	0.380 (26)	0.407 (26)	0.434 (26)	0.474 (26)	0.484 (26)	0.535 (20)	0.533 (11)	0.492 (26)	0.456 (26)	0.394 (26)	0.381 (26)	0.445 (26)
ภาคอีสาน													
ลุ่มน้ำแม่กก	0.419 (17)	0.408 (19)	0.415 (22)	0.447 (24)	0.485 (22)	0.531 (10)	0.554 (8)	0.548 (5)	0.517 (19)	0.501 (14)	0.451 (14)	0.437 (15)	0.476 (18)
ลุ่มน้ำชี	0.401 (23)	0.424 (15)	0.456 (13)	0.472 (15)	0.486 (21)	0.508 (23)	0.529 (22)	0.507 (25)	0.512 (22)	0.486 (21)	0.429 (24)	0.413 (22)	0.468 (23)
ลุ่มน้ำมูล	0.375 (25)	0.401 (22)	0.428 (19)	0.459 (21)	0.482 (25)	0.507 (24)	0.516 (26)	0.514 (23)	0.518 (18)	0.489 (20)	0.411 (25)	0.389 (25)	0.457 (25)
ลุ่มน้ำปิง	0.413 (19)	0.404 (21)	0.428 (20)	0.460 (20)	0.504 (16)	0.536 (7)	0.546 (14)	0.532 (13)	0.512 (24)	0.491 (19)	0.448 (17)	0.434 (17)	0.476 (19)
ลุ่มน้ำวัง	0.394 (24)	0.381 (25)	0.408 (24)	0.44 (25)	0.503 (18)	0.532 (9)	0.549 (13)	0.532 (14)	0.513 (21)	0.482 (24)	0.435 (23)	0.411 (24)	0.465 (24)
ลุ่มน้ำยม	0.420 (15)	0.409 (18)	0.423 (21)	0.454 (22)	0.507 (14)	0.535 (8)	0.554 (10)	0.537 (9)	0.538 (7)	0.493 (17)	0.449 (16)	0.432 (19)	0.479 (15)
ลุ่มน้ำน่าน	0.418 (18)	0.412 (17)	0.429 (18)	0.463 (19)	0.508 (13)	0.527 (14)	0.553 (11)	0.533 (10)	0.529 (9)	0.485 (22)	0.445 (19)	0.434 (16)	0.478 (16)
ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	0.455 (9)	0.468 (7)	0.487 (4)	0.483 (10)	0.509 (12)	0.513 (20)	0.532 (21)	0.510 (24)	0.538 (6)	0.519 (6)	0.476 (9)	0.463 (10)	0.496 (11)
ลุ่มน้ำสะแกกรัง	0.421 (14)	0.427 (14)	0.457 (12)	0.480 (12)	0.505 (15)	0.518 (18)	0.537 (18)	0.516 (21)	0.525 (11)	0.510 (11)	0.447 (18)	0.442 (13)	0.482 (14)
ลุ่มน้ำป่าสัก	0.402 (21)	0.408 (20)	0.432 (17)	0.463 (18)	0.495 (19)	0.509 (22)	0.541 (17)	0.516 (20)	0.523 (14)	0.483 (23)	0.437 (22)	0.424 (21)	0.469 (22)
ลุ่มน้ำท่าจีน	0.472 (7)	0.475 (5)	0.484 (6)	0.486 (9)	0.510 (11)	0.517 (19)	0.535 (19)	0.519 (18)	0.517 (20)	0.526 (4)	0.490 (8)	0.480 (7)	0.501 (9)
ลุ่มน้ำแม่กลอง	0.430 (12)	0.421 (16)	0.439 (16)	0.476 (13)	0.525 (4)	0.540 (6)	0.560 (4)	0.543 (7)	0.524 (13)	0.514 (8)	0.466 (12)	0.449 (12)	0.491 (12)
ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	0.423 (13)	0.433 (12)	0.446 (15)	0.470 (16)	0.492 (20)	0.499 (25)	0.544 (15)	0.529 (15)	0.519 (16)	0.473 (25)	0.438 (21)	0.432 (18)	0.475 (20)

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำบางปะกง	0.462 (8)	0.454 (10)	0.465 (10)	0.481 (11)	0.504 (17)	0.519 (17)	0.554 (9)	0.532 (12)	0.538 (8)	0.509 (12)	0.474 (10)	0.467 (9)	0.497 (10)
ลุ่มน้ำโตนเลสาบ	0.412 (20)	0.428 (13)	0.447 (14)	0.474 (14)	0.483 (24)	0.513 (21)	0.542 (16)	0.522 (17)	0.526 (10)	0.495 (16)	0.450 (15)	0.424 (20)	0.476 (17)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	0.452 (10)	0.459 (9)	0.474 (9)	0.506 (6)	0.525 (5)	0.548 (5)	0.559 (6)	0.543 (6)	0.543 (3)	0.492 (18)	0.466 (11)	0.461 (11)	0.502 (8)
ลุ่มน้ำเพชรบุรี	0.446 (11)	0.439 (11)	0.457 (11)	0.494 (8)	0.517 (10)	0.560 (2)	0.559 (5)	0.550 (4)	0.541 (5)	0.533 (2)	0.491 (7)	0.470 (8)	0.505 (7)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก	0.483 (5)	0.468 (8)	0.479 (7)	0.509 (5)	0.517 (9)	0.567 (1)	0.574 (1)	0.567 (1)	0.556 (1)	0.546 (1)	0.500 (6)	0.497 (5)	0.522 (2)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	0.486 (3)	0.501 (1)	0.486 (5)	0.503 (7)	0.519 (7)	0.525 (15)	0.526 (24)	0.518 (19)	0.519 (17)	0.518 (7)	0.522 (3)	0.522 (3)	0.512 (5)
ลุ่มน้ำตาปี	0.472 (6)	0.474 (6)	0.488 (3)	0.513 (2)	0.532 (2)	0.531 (11)	0.550 (12)	0.514 (22)	0.543 (4)	0.523 (5)	0.515 (4)	0.496 (6)	0.512 (4)
ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	0.485 (4)	0.493 (4)	0.477 (8)	0.51 (4)	0.518 (8)	0.528 (13)	0.527 (23)	0.499 (26)	0.507 (25)	0.505 (13)	0.543 (1)	0.537 (1)	0.511 (6)
ลุ่มน้ำปัตตานี	0.492 (2)	0.495 (3)	0.509 (1)	0.512 (3)	0.525 (3)	0.531 (12)	0.517 (25)	0.527 (16)	0.512 (23)	0.512 (10)	0.509 (5)	0.522 (2)	0.514 (3)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	0.495 (1)	0.497 (2)	0.507 (2)	0.529 (1)	0.546 (1)	0.551 (4)	0.561 (3)	0.540 (8)	0.555 (2)	0.529 (3)	0.527 (2)	0.514 (4)	0.529 (1)
ค่าเฉลี่ย	0.420	0.426	0.444	0.471	0.502	0.521	0.541	0.527	0.522	0.496	0.451	0.437	0.480
ค่าสูงสุด	0.495	0.501	0.509	0.529	0.546	0.567	0.574	0.567	0.556	0.546	0.543	0.537	0.529
ค่าต่ำสุด	0.366	0.380	0.407	0.434	0.474	0.484	0.516	0.499	0.492	0.456	0.394	0.381	0.445

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2550

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำสาละวิน	0.420 (19)	0.400 (23)	0.432 (22)	0.461 (18)	0.522 (5)	0.550 (1)	0.549 (3)	0.545 (1)	0.539 (5)	0.479 (22)	0.461 (15)	0.470 (12)	0.486 (13)
ลุ่มน้ำโขง	0.403 (23)	0.406 (22)	0.427 (24)	0.452 (24)	0.501 (20)	0.525 (8)	0.541 (11)	0.531 (6)	0.513 (21)	0.494 (13)	0.456 (19)	0.440 (22)	0.474 (21)
ภาคเหนือ													
ลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน	0.372 (26)	0.375 (26)	0.416 (26)	0.455 (22)	0.470 (26)	0.488 (26)	0.510 (25)	0.522 (12)	0.492 (25)	0.457 (26)	0.413 (26)	0.407 (26)	0.448 (26)
ลุ่มน้ำแม่กก	0.420 (20)	0.408 (21)	0.428 (23)	0.451 (25)	0.507 (14)	0.527 (5)	0.541 (9)	0.532 (5)	0.51 (23)	0.483 (18)	0.458 (17)	0.455 (16)	0.477 (19)
ลุ่มน้ำชี	0.409 (22)	0.422 (17)	0.457 (13)	0.488 (8)	0.495 (22)	0.503 (22)	0.513 (24)	0.505 (24)	0.510 (24)	0.489 (16)	0.447 (23)	0.431 (24)	0.472 (22)
ลุ่มน้ำมูล	0.381 (25)	0.396 (24)	0.436 (20)	0.481 (12)	0.484 (25)	0.499 (24)	0.517 (23)	0.510 (19)	0.525 (10)	0.492 (14)	0.427 (25)	0.411 (25)	0.463 (25)
ลุ่มน้ำปิง	0.414 (21)	0.414 (20)	0.450 (16)	0.460 (19)	0.509 (12)	0.526 (7)	0.542 (7)	0.526 (9)	0.525 (11)	0.481 (19)	0.456 (18)	0.455 (17)	0.48 (16)
ลุ่มน้ำวัง	0.390 (24)	0.392 (25)	0.424 (25)	0.440 (26)	0.501 (19)	0.521 (13)	0.541 (8)	0.519 (15)	0.515 (19)	0.470 (25)	0.441 (24)	0.431 (23)	0.466 (24)
ลุ่มน้ำยม	0.423 (16)	0.417 (19)	0.434 (21)	0.452 (23)	0.506 (15)	0.522 (12)	0.528 (14)	0.527 (8)	0.523 (13)	0.478 (23)	0.453 (21)	0.445 (20)	0.476 (20)
ลุ่มน้ำน่าน	0.427 (15)	0.420 (18)	0.439 (19)	0.465 (17)	0.504 (16)	0.524 (9)	0.535 (12)	0.528 (7)	0.513 (20)	0.474 (24)	0.453 (20)	0.449 (19)	0.478 (17)
ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	0.471 (7)	0.483 (3)	0.499 (3)	0.488 (9)	0.502 (17)	0.511 (18)	0.522 (18)	0.506 (23)	0.523 (12)	0.511 (8)	0.487 (9)	0.473 (11)	0.498 (10)
ลุ่มน้ำสะแกกรัง	0.428 (14)	0.435 (14)	0.475 (7)	0.471 (14)	0.512 (11)	0.502 (23)	0.531 (13)	0.517 (17)	0.519 (15)	0.488 (17)	0.458 (16)	0.456 (14)	0.483 (15)
ลุ่มน้ำป่าสัก	0.421 (17)	0.422 (16)	0.446 (18)	0.459 (20)	0.487 (24)	0.510 (19)	0.520 (22)	0.502 (25)	0.516 (18)	0.479 (21)	0.450 (22)	0.442 (21)	0.471 (23)
ลุ่มน้ำท่าจีน	0.473 (6)	0.481 (5)	0.503 (1)	0.491 (6)	0.502 (18)	0.510 (20)	0.522 (19)	0.519 (14)	0.530 (9)	0.511 (9)	0.497 (6)	0.483 (7)	0.502 (7)
ลุ่มน้ำแม่กลอง	0.433 (12)	0.433 (15)	0.452 (15)	0.467 (16)	0.521 (7)	0.522 (11)	0.543 (4)	0.522 (11)	0.532 (8)	0.491 (15)	0.462 (13)	0.464 (13)	0.487 (12)
ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	0.431 (13)	0.444 (12)	0.449 (17)	0.458 (21)	0.489 (23)	0.498 (25)	0.525 (16)	0.517 (16)	0.516 (17)	0.48 (20)	0.462 (14)	0.456 (15)	0.477 (18)

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำบางปะกง	0.458 (9)	0.461 (9)	0.466 (10)	0.469 (15)	0.508 (13)	0.519 (15)	0.542 (6)	0.525 (10)	0.543 (4)	0.503 (10)	0.485 (10)	0.480 (8)	0.497 (11)
ลุ่มน้ำโตนเลสาบ	0.421 (18)	0.449 (11)	0.464 (11)	0.489 (7)	0.497 (21)	0.509 (21)	0.522 (20)	0.509 (20)	0.518 (16)	0.502 (11)	0.472 (12)	0.451 (18)	0.484 (14)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	0.446 (11)	0.480 (6)	0.473 (8)	0.496 (4)	0.525 (3)	0.526 (6)	0.542 (5)	0.521 (13)	0.537 (6)	0.495 (12)	0.474 (11)	0.473 (10)	0.499 (9)
ลุ่มน้ำเพชรบุรี	0.448 (10)	0.444 (13)	0.456 (14)	0.475 (13)	0.516 (10)	0.532 (4)	0.556 (1)	0.535 (3)	0.544 (3)	0.520 (7)	0.492 (8)	0.480 (9)	0.500 (8)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก	0.477 (5)	0.459 (10)	0.459 (12)	0.481 (11)	0.523 (4)	0.546 (2)	0.553 (2)	0.545 (2)	0.554 (1)	0.526 (6)	0.52 (2)	0.512 (5)	0.513 (3)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	0.503 (3)	0.477 (7)	0.472 (9)	0.496 (5)	0.519 (8)	0.524 (10)	0.520 (21)	0.507 (21)	0.520 (14)	0.549 (3)	0.518 (3)	0.519 (4)	0.510 (4)
ลุ่มน้ำตาปี	0.471 (8)	0.475 (8)	0.479 (6)	0.510 (2)	0.522 (6)	0.519 (14)	0.527 (15)	0.514 (18)	0.536 (7)	0.558 (1)	0.494 (7)	0.500 (6)	0.509 (5)
ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	0.533 (1)	0.488 (2)	0.482 (5)	0.488 (10)	0.516 (9)	0.513 (17)	0.491 (26)	0.477 (26)	0.488 (26)	0.533 (4)	0.530 (1)	0.521 (3)	0.505 (6)
ลุ่มน้ำปัตตานี	0.525 (2)	0.482 (4)	0.502 (2)	0.508 (3)	0.529 (2)	0.517 (16)	0.523 (17)	0.506 (22)	0.512 (22)	0.528 (5)	0.518 (4)	0.526 (1)	0.515 (2)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	0.498 (4)	0.49 (1)	0.492 (4)	0.518 (1)	0.536 (1)	0.543 (3)	0.541 (10)	0.532 (4)	0.553 (2)	0.558 (2)	0.509 (5)	0.522 (2)	0.524 (1)
ค่าเฉลี่ย	0.426	0.428	0.451	0.475	0.502	0.515	0.527	0.518	0.521	0.495	0.460	0.453	0.481
ค่าสูงสุด	0.533	0.490	0.503	0.518	0.536	0.550	0.556	0.545	0.554	0.558	0.530	0.526	0.524
ค่าต่ำสุด	0.372	0.375	0.416	0.440	0.470	0.488	0.491	0.477	0.488	0.457	0.413	0.407	0.448

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2551

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำสาละวิน	0.417 (17)	0.406 (22)	0.412 (21)	0.459 (17)	0.528 (8)	0.560 (1)	0.555 (3)	0.548 (3)	0.533 (3)	0.506 (13)	0.476 (18)	0.447 (13)	0.487 (13)
ลุ่มน้ำโขง	0.395 (23)	0.401 (23)	0.407 (24)	0.452 (22)	0.487 (22)	0.547 (4)	0.577 (1)	0.553 (2)	0.516 (17)	0.502 (16)	0.478 (15)	0.419 (22)	0.478 (18)
ภาคเหนือ													
ลุ่มน้ำโขง	0.380 (24)	0.388 (25)	0.395 (26)	0.433 (26)	0.479 (25)	0.513 (18)	0.527 (16)	0.520 (14)	0.502 (25)	0.456 (26)	0.424 (26)	0.39 (26)	0.451 (26)
ภาคอีสาน													
ลุ่มน้ำแม่กก	0.416 (18)	0.410 (21)	0.407 (23)	0.449 (24)	0.491 (19)	0.553 (3)	0.568 (2)	0.558 (1)	0.518 (13)	0.502 (17)	0.481 (14)	0.439 (18)	0.483 (15)
ลุ่มน้ำชี	0.401 (22)	0.419 (18)	0.434 (17)	0.456 (19)	0.482 (23)	0.498 (25)	0.521 (21)	0.512 (19)	0.508 (21)	0.488 (24)	0.456 (24)	0.416 (24)	0.466 (23)
ลุ่มน้ำมูล	0.371 (26)	0.399 (24)	0.409 (22)	0.451 (23)	0.471 (26)	0.489 (26)	0.508 (26)	0.509 (22)	0.512 (19)	0.503 (15)	0.453 (25)	0.397 (25)	0.456 (25)
ลุ่มน้ำปิง	0.409 (21)	0.411 (20)	0.425 (20)	0.462 (16)	0.491 (20)	0.534 (7)	0.541 (9)	0.528 (8)	0.518 (14)	0.508 (12)	0.476 (19)	0.440 (17)	0.478 (17)
ลุ่มน้ำวัง	0.379 (25)	0.386 (26)	0.402 (25)	0.446 (25)	0.480 (24)	0.524 (12)	0.530 (15)	0.516 (18)	0.510 (20)	0.489 (21)	0.472 (21)	0.419 (23)	0.463 (24)
ลุ่มน้ำยม	0.410 (20)	0.418 (19)	0.427 (19)	0.453 (21)	0.493 (17)	0.522 (15)	0.539 (10)	0.528 (7)	0.520 (9)	0.495 (20)	0.477 (16)	0.433 (20)	0.476 (20)
ลุ่มน้ำน่าน	0.427 (14)	0.427 (14)	0.432 (18)	0.459 (18)	0.506 (12)	0.534 (8)	0.548 (4)	0.547 (4)	0.519 (11)	0.488 (23)	0.469 (23)	0.434 (19)	0.483 (16)
ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	0.470 (7)	0.483 (6)	0.495 (5)	0.478 (13)	0.508 (11)	0.512 (19)	0.526 (18)	0.520 (15)	0.518 (12)	0.513 (9)	0.499 (10)	0.469 (10)	0.499 (10)
ลุ่มน้ำสะแกกรัง	0.427 (15)	0.446 (11)	0.464 (11)	0.494 (8)	0.495 (15)	0.503 (24)	0.534 (12)	0.519 (16)	0.516 (16)	0.515 (8)	0.473 (20)	0.445 (14)	0.486 (14)
ลุ่มน้ำป่าสัก	0.422 (16)	0.421 (17)	0.441 (15)	0.455 (20)	0.493 (16)	0.507 (21)	0.533 (13)	0.521 (12)	0.506 (23)	0.488 (22)	0.470 (22)	0.432 (21)	0.474 (22)
ลุ่มน้ำท่าจีน	0.469 (8)	0.479 (8)	0.493 (6)	0.491 (10)	0.503 (14)	0.505 (23)	0.526 (17)	0.512 (20)	0.517 (15)	0.524 (4)	0.501 (8)	0.478 (8)	0.500 (8)
ลุ่มน้ำแม่กลอง	0.431 (13)	0.426 (15)	0.440 (16)	0.481 (12)	0.523 (9)	0.532 (9)	0.542 (8)	0.522 (11)	0.524 (6)	0.511 (11)	0.483 (13)	0.453 (12)	0.489 (12)
ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	0.433 (12)	0.438 (13)	0.450 (14)	0.462 (15)	0.487 (21)	0.506 (22)	0.523 (19)	0.517 (17)	0.496 (26)	0.482 (25)	0.477 (17)	0.441 (16)	0.476 (21)

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำบางปะกง	0.460 (9)	0.454 (10)	0.468 (10)	0.483 (11)	0.506 (13)	0.522 (16)	0.537 (11)	0.530 (6)	0.522 (8)	0.512 (10)	0.500 (9)	0.469 (9)	0.497 (11)
ลุ่มน้ำโตนเลสาบ	0.411 (19)	0.424 (16)	0.451 (13)	0.472 (14)	0.492 (18)	0.507 (20)	0.517 (22)	0.511 (21)	0.503 (24)	0.505 (14)	0.489 (11)	0.442 (15)	0.477 (19)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	0.453 (10)	0.458 (9)	0.476 (9)	0.495 (7)	0.534 (5)	0.540 (6)	0.542 (7)	0.528 (9)	0.522 (7)	0.496 (19)	0.487 (12)	0.461 (11)	0.499 (9)
ลุ่มน้ำเพชรบุรี	0.450 (11)	0.445 (12)	0.454 (12)	0.492 (9)	0.530 (6)	0.523 (14)	0.532 (14)	0.521 (13)	0.533 (4)	0.533 (3)	0.511 (7)	0.479 (7)	0.500 (7)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก	0.479 (5)	0.482 (7)	0.478 (8)	0.506 (4)	0.545 (2)	0.542 (5)	0.544 (6)	0.526 (10)	0.540 (2)	0.534 (2)	0.524 (6)	0.501 (6)	0.517 (4)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	0.498 (2)	0.503 (4)	0.502 (4)	0.495 (6)	0.520 (10)	0.524 (13)	0.516 (23)	0.500 (23)	0.516 (18)	0.518 (7)	0.558 (2)	0.538 (2)	0.516 (5)
ลุ่มน้ำตาปี	0.474 (6)	0.493 (5)	0.490 (7)	0.508 (3)	0.529 (7)	0.531 (11)	0.523 (20)	0.500 (24)	0.519 (10)	0.521 (6)	0.541 (5)	0.526 (5)	0.513 (6)
ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	0.515 (1)	0.512 (3)	0.512 (3)	0.503 (5)	0.536 (4)	0.532 (10)	0.509 (25)	0.495 (25)	0.507 (22)	0.501 (18)	0.592 (1)	0.570 (1)	0.524 (2)
ลุ่มน้ำปัตตานี	0.492 (4)	0.516 (2)	0.523 (1)	0.509 (2)	0.537 (3)	0.519 (17)	0.512 (24)	0.495 (26)	0.524 (5)	0.521 (5)	0.553 (4)	0.535 (3)	0.520 (3)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	0.494 (3)	0.518 (1)	0.514 (2)	0.520 (1)	0.554 (1)	0.557 (2)	0.544 (5)	0.530 (5)	0.544 (1)	0.539 (1)	0.554 (3)	0.532 (4)	0.533 (1)
ค่าเฉลี่ย	0.423	0.432	0.441	0.467	0.500	0.519	0.531	0.521	0.516	0.500	0.481	0.444	0.481
ค่าสูงสุด	0.515	0.518	0.523	0.520	0.554	0.560	0.577	0.558	0.544	0.539	0.592	0.570	0.533
ค่าต่ำสุด	0.371	0.386	0.395	0.433	0.471	0.489	0.508	0.495	0.496	0.456	0.424	0.390	0.451

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2552

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำสาละวิน	0.425 (15)	0.385 (23)	0.415 (21)	0.476 (14)	0.514 (15)	0.559 (1)	0.556 (2)	0.525 (4)	0.520 (4)	0.490 (17)	0.450 (17)	0.423 (15)	0.478 (14)
ลุ่มน้ำโขง	0.403 (23)	0.382 (24)	0.41 (24)	0.455 (23)	0.510 (18)	0.541 (4)	0.530 (9)	0.521 (7)	0.508 (11)	0.502 (11)	0.447 (19)	0.406 (21)	0.468 (21)
ภาคเหนือ													
ลุ่มน้ำโขง	0.367 (26)	0.360 (26)	0.401 (26)	0.426 (26)	0.513 (16)	0.498 (24)	0.523 (15)	0.490 (25)	0.469 (26)	0.449 (26)	0.394 (26)	0.357 (26)	0.437 (26)
ภาคอีสาน													
ลุ่มน้ำแม่กก	0.419 (19)	0.391 (21)	0.410 (22)	0.457 (22)	0.506 (21)	0.537 (6)	0.525 (12)	0.523 (6)	0.510 (8)	0.492 (15)	0.452 (15)	0.424 (14)	0.471 (15)
ลุ่มน้ำชี	0.405 (22)	0.402 (16)	0.431 (16)	0.465 (17)	0.527 (7)	0.500 (23)	0.498 (26)	0.489 (26)	0.481 (25)	0.480 (23)	0.434 (24)	0.395 (23)	0.459 (23)
ลุ่มน้ำมูล	0.386 (25)	0.386 (22)	0.410 (23)	0.451 (24)	0.519 (8)	0.490 (26)	0.506 (24)	0.500 (21)	0.493 (20)	0.479 (24)	0.411 (25)	0.362 (25)	0.449 (25)
ลุ่มน้ำปิง	0.421 (18)	0.392 (20)	0.425 (18)	0.467 (16)	0.505 (23)	0.537 (7)	0.532 (8)	0.511 (13)	0.495 (17)	0.480 (22)	0.454 (14)	0.419 (17)	0.47 (16)
ลุ่มน้ำวัง	0.395 (24)	0.365 (25)	0.404 (25)	0.446 (25)	0.498 (26)	0.523 (13)	0.525 (13)	0.508 (16)	0.486 (24)	0.477 (25)	0.439 (23)	0.392 (24)	0.455 (24)
ลุ่มน้ำยม	0.421 (17)	0.396 (19)	0.421 (20)	0.461 (20)	0.517 (13)	0.531 (10)	0.525 (11)	0.510 (14)	0.499 (15)	0.489 (18)	0.451 (16)	0.416 (19)	0.470 (17)
ลุ่มน้ำน่าน	0.421 (16)	0.397 (18)	0.421 (19)	0.464 (19)	0.519 (9)	0.533 (9)	0.530 (10)	0.506 (17)	0.494 (19)	0.484 (20)	0.444 (21)	0.420 (16)	0.469 (18)
ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	0.470 (8)	0.467 (7)	0.478 (7)	0.493 (10)	0.546 (1)	0.508 (18)	0.509 (20)	0.501 (20)	0.499 (14)	0.515 (4)	0.482 (10)	0.453 (10)	0.493 (10)
ลุ่มน้ำสะแกกรัง	0.432 (14)	0.423 (13)	0.445 (13)	0.496 (8)	0.529 (6)	0.527 (11)	0.543 (5)	0.502 (18)	0.486 (23)	0.492 (16)	0.460 (12)	0.431 (13)	0.48 (13)
ลุ่มน้ำป่าสัก	0.415 (21)	0.402 (17)	0.429 (17)	0.464 (18)	0.518 (11)	0.514 (15)	0.509 (22)	0.490 (24)	0.489 (22)	0.485 (19)	0.446 (20)	0.409 (20)	0.464 (22)
ลุ่มน้ำท่าจีน	0.479 (5)	0.476 (4)	0.481 (6)	0.499 (6)	0.537 (2)	0.514 (16)	0.524 (14)	0.501 (19)	0.499 (16)	0.511 (7)	0.485 (8)	0.462 (7)	0.497 (7)
ลุ่มน้ำแม่กลอง	0.434 (12)	0.418 (14)	0.445 (14)	0.491 (12)	0.505 (24)	0.555 (2)	0.561 (1)	0.519 (11)	0.506 (12)	0.493 (14)	0.460 (13)	0.432 (12)	0.485 (12)
ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	0.432 (13)	0.426 (12)	0.443 (15)	0.460 (21)	0.509 (19)	0.504 (19)	0.515 (18)	0.492 (22)	0.493 (21)	0.482 (21)	0.442 (22)	0.419 (18)	0.468 (19)

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำบางปะกง	0.465 (9)	0.450 (9)	0.462 (9)	0.492 (11)	0.532 (4)	0.521 (14)	0.519 (17)	0.520 (9)	0.508 (10)	0.512 (6)	0.483 (9)	0.457 (8)	0.493 (9)
ลุ่มน้ำโตนเลสาบ	0.418 (20)	0.414 (15)	0.452 (12)	0.468 (15)	0.518 (12)	0.496 (25)	0.513 (19)	0.491 (23)	0.495 (18)	0.495 (13)	0.449 (18)	0.406 (22)	0.468 (20)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	0.448 (11)	0.458 (8)	0.474 (8)	0.497 (7)	0.516 (14)	0.524 (12)	0.532 (7)	0.519 (10)	0.518 (7)	0.506 (10)	0.468 (11)	0.445 (11)	0.492 (11)
ลุ่มน้ำเพชรบุรี	0.453 (10)	0.435 (11)	0.453 (11)	0.490 (13)	0.530 (5)	0.540 (5)	0.551 (4)	0.520 (8)	0.504 (13)	0.518 (3)	0.490 (7)	0.455 (9)	0.495 (8)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก	0.474 (6)	0.446 (10)	0.460 (10)	0.494 (9)	0.533 (3)	0.543 (3)	0.555 (3)	0.530 (2)	0.525 (3)	0.525 (2)	0.505 (6)	0.474 (6)	0.505 (6)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	0.495 (2)	0.470 (6)	0.497 (5)	0.508 (5)	0.502 (25)	0.501 (21)	0.507 (23)	0.513 (12)	0.519 (6)	0.511 (8)	0.527 (2)	0.512 (3)	0.505 (5)
ลุ่มน้ำตาปี	0.471 (7)	0.471 (5)	0.500 (4)	0.512 (4)	0.506 (22)	0.513 (17)	0.519 (16)	0.529 (3)	0.539 (2)	0.509 (9)	0.515 (5)	0.484 (5)	0.506 (4)
ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	0.515 (1)	0.48 (3)	0.514 (2)	0.518 (2)	0.51 (17)	0.501 (22)	0.501 (25)	0.509 (15)	0.509 (9)	0.499 (12)	0.528 (1)	0.514 (2)	0.508 (3)
ลุ่มน้ำปัตตานี	0.493 (3)	0.482 (2)	0.517 (1)	0.512 (3)	0.508 (20)	0.503 (20)	0.509 (21)	0.523 (5)	0.520 (5)	0.514 (5)	0.526 (3)	0.516 (1)	0.510 (2)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	0.487 (4)	0.492 (1)	0.511 (3)	0.526 (1)	0.519 (10)	0.535 (8)	0.540 (6)	0.543 (1)	0.558 (1)	0.528 (1)	0.518 (4)	0.502 (4)	0.522 (1)
ค่าเฉลี่ย	0.425	0.413	0.439	0.472	0.518	0.517	0.522	0.507	0.500	0.489	0.453	0.420	0.473
ค่าสูงสุด	0.515	0.492	0.517	0.526	0.546	0.559	0.561	0.543	0.558	0.528	0.528	0.516	0.522
ค่าต่ำสุด	0.367	0.360	0.401	0.426	0.498	0.490	0.498	0.489	0.469	0.449	0.394	0.357	0.437

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำสาละวิน	0.399 (17)	0.392 (24)	0.401 (23)	0.456 (16)	0.479 (15)	0.527 (3)	0.541 (2)	0.540 (2)	0.523 (7)	0.505 (15)	0.461 (15)	0.439 (12)	0.472 (14)
ลุ่มน้ำโขง	0.390 (21)	0.410 (18)	0.406 (22)	0.455 (18)	0.462 (23)	0.508 (11)	0.529 (7)	0.531 (11)	0.510 (19)	0.503 (18)	0.456 (20)	0.415 (22)	0.465 (21)
ภาคเหนือ													
ลุ่มน้ำโขง	0.349 (26)	0.373 (26)	0.400 (25)	0.414 (26)	0.445 (25)	0.492 (20)	0.512 (19)	0.519 (21)	0.494 (26)	0.468 (26)	0.417 (26)	0.378 (26)	0.438 (26)
ภาคอีสาน													
ลุ่มน้ำแม่กก	0.404 (15)	0.402 (22)	0.401 (24)	0.450 (22)	0.461 (24)	0.512 (7)	0.535 (3)	0.523 (18)	0.503 (23)	0.502 (20)	0.457 (19)	0.425 (19)	0.465 (20)
ลุ่มน้ำชี	0.387 (23)	0.415 (17)	0.448 (12)	0.460 (15)	0.468 (20)	0.493 (19)	0.505 (23)	0.520 (20)	0.506 (21)	0.500 (21)	0.451 (23)	0.408 (24)	0.463 (23)
ลุ่มน้ำมูล	0.363 (25)	0.396 (23)	0.437 (14)	0.454 (19)	0.479 (14)	0.492 (21)	0.493 (25)	0.527 (14)	0.514 (14)	0.498 (23)	0.438 (25)	0.382 (25)	0.456 (24)
ลุ่มน้ำปิง	0.395 (19)	0.408 (19)	0.416 (21)	0.451 (21)	0.469 (17)	0.508 (10)	0.531 (6)	0.532 (8)	0.511 (18)	0.502 (19)	0.456 (21)	0.431 (18)	0.467 (18)
ลุ่มน้ำวัง	0.366 (24)	0.387 (25)	0.393 (26)	0.430 (25)	0.444 (26)	0.491 (22)	0.526 (9)	0.525 (17)	0.502 (24)	0.493 (24)	0.449 (24)	0.413 (23)	0.452 (25)
ลุ่มน้ำยม	0.398 (18)	0.415 (16)	0.417 (20)	0.450 (23)	0.465 (21)	0.499 (17)	0.529 (8)	0.536 (6)	0.515 (11)	0.508 (12)	0.462 (14)	0.432 (17)	0.469 (17)
ลุ่มน้ำน่าน	0.400 (16)	0.407 (20)	0.420 (19)	0.451 (20)	0.474 (16)	0.505 (12)	0.532 (5)	0.529 (12)	0.513 (15)	0.505 (13)	0.456 (22)	0.438 (15)	0.469 (16)
ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	0.446 (9)	0.470 (7)	0.475 (6)	0.498 (2)	0.481 (13)	0.490 (23)	0.514 (18)	0.527 (15)	0.529 (3)	0.525 (6)	0.492 (9)	0.460 (9)	0.492 (8)
ลุ่มน้ำสะแกกรัง	0.418 (12)	0.448 (11)	0.462 (8)	0.493 (3)	0.494 (6)	0.503 (14)	0.514 (17)	0.528 (13)	0.523 (8)	0.504 (16)	0.459 (17)	0.439 (13)	0.482 (12)
ลุ่มน้ำป่าสัก	0.388 (22)	0.407 (21)	0.428 (18)	0.455 (17)	0.468 (18)	0.488 (25)	0.516 (14)	0.532 (10)	0.511 (17)	0.505 (14)	0.46 (16)	0.425 (20)	0.465 (19)
ลุ่มน้ำท่าจีน	0.460 (6)	0.487 (3)	0.477 (5)	0.510 (1)	0.491 (8)	0.502 (15)	0.515 (15)	0.526 (16)	0.526 (5)	0.514 (9)	0.495 (8)	0.467 (7)	0.498 (6)
ลุ่มน้ำแม่กลอง	0.410 (14)	0.426 (14)	0.436 (15)	0.460 (14)	0.487 (9)	0.520 (5)	0.524 (10)	0.540 (4)	0.522 (9)	0.500 (22)	0.471 (12)	0.438 (14)	0.478 (13)
ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	0.399 (17)	0.392 (24)	0.401 (23)	0.456 (16)	0.479 (15)	0.527 (3)	0.541 (2)	0.540 (2)	0.523 (7)	0.505 (15)	0.461 (15)	0.439 (12)	0.472 (14)

ตารางที่ 28 (ต่อ)

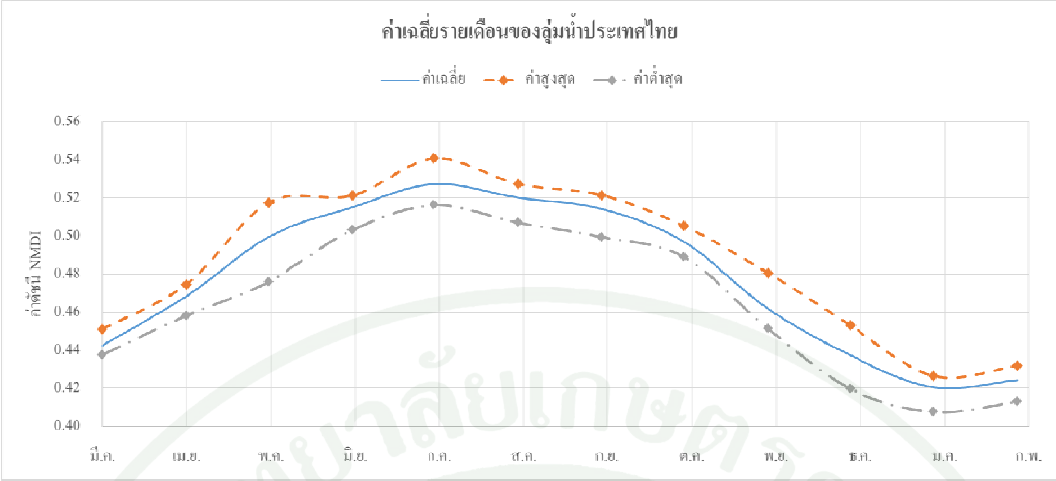
ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำบางปะกง	0.390 (21)	0.410 (18)	0.406 (22)	0.455 (18)	0.462 (23)	0.508 (11)	0.529 (7)	0.531 (11)	0.510 (19)	0.503 (18)	0.456 (20)	0.415 (22)	0.465 (21)
ลุ่มน้ำโตนเลสาบ	0.411 (13)	0.426 (13)	0.434 (16)	0.445 (24)	0.468 (19)	0.481 (26)	0.506 (22)	0.515 (25)	0.506 (22)	0.491 (25)	0.458 (18)	0.432 (16)	0.464 (22)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	0.447 (8)	0.464 (9)	0.454 (10)	0.463 (13)	0.484 (12)	0.502 (16)	0.520 (13)	0.536 (5)	0.524 (6)	0.514 (10)	0.484 (10)	0.463 (8)	0.488 (10)
ลุ่มน้ำเพชรบุรี	0.394 (20)	0.423 (15)	0.456 (9)	0.482 (6)	0.486 (10)	0.489 (24)	0.498 (24)	0.519 (22)	0.511 (16)	0.503 (17)	0.473 (11)	0.421 (21)	0.471 (15)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก	0.432 (10)	0.479 (5)	0.453 (11)	0.482 (5)	0.511 (2)	0.525 (4)	0.535 (4)	0.535 (7)	0.515 (13)	0.512 (11)	0.469 (13)	0.45 (11)	0.492 (9)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	0.428 (11)	0.433 (12)	0.431 (17)	0.465 (12)	0.493 (7)	0.516 (6)	0.523 (11)	0.532 (9)	0.528 (4)	0.515 (8)	0.502 (6)	0.456 (10)	0.485 (11)
ลุ่มน้ำตาปี	0.459 (7)	0.457 (10)	0.446 (13)	0.475 (8)	0.494 (5)	0.510 (9)	0.522 (12)	0.540 (1)	0.534 (1)	0.532 (3)	0.521 (4)	0.483 (6)	0.498 (5)
ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	0.503 (2)	0.479 (6)	0.481 (3)	0.470 (10)	0.484 (11)	0.505 (13)	0.507 (20)	0.515 (24)	0.515 (12)	0.533 (2)	0.529 (2)	0.518 (3)	0.503 (3)
ลุ่มน้ำปัตตานี	0.472 (5)	0.469 (8)	0.480 (4)	0.470 (9)	0.503 (3)	0.529 (2)	0.514 (16)	0.517 (23)	0.519 (10)	0.530 (5)	0.501 (7)	0.486 (5)	0.499 (4)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	0.504 (1)	0.481 (4)	0.472 (7)	0.468 (11)	0.464 (22)	0.497 (18)	0.486 (26)	0.503 (26)	0.498 (25)	0.531 (4)	0.532 (1)	0.524 (1)	0.497 (7)
ค่าเฉลี่ย	0.408	0.423	0.438	0.458	0.476	0.503	0.516	0.527	0.513	0.505	0.465	0.433	0.472
ค่าสูงสุด	0.504	0.498	0.498	0.510	0.523	0.546	0.542	0.540	0.534	0.549	0.532	0.524	0.521
ค่าต่ำสุด	0.349	0.373	0.393	0.414	0.444	0.481	0.486	0.503	0.494	0.468	0.417	0.378	0.438

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำสาละวิน	0.416 (16)	0.396 (23)	0.414 (22)	0.464 (16)	0.513 (7)	0.549 (1)	0.553 (1)	0.542 (1)	0.528 (5)	0.495 (17)	0.461 (14)	0.444 (13)	0.481 (14)
ลุ่มน้ำโขง	0.398 (23)	0.398 (22)	0.411 (24)	0.452 (23)	0.489 (23)	0.529 (8)	0.547 (3)	0.538 (3)	0.514 (14)	0.503 (11)	0.456 (19)	0.419 (22)	0.471 (21)
ภาคเหนือ													
ลุ่มน้ำโขง	0.367 (26)	0.375 (26)	0.404 (26)	0.432 (26)	0.476 (26)	0.495 (26)	0.521 (19)	0.517 (14)	0.490 (26)	0.457 (26)	0.409 (26)	0.383 (26)	0.444 (26)
ภาคอีสาน													
ลุ่มน้ำแม่กก	0.416 (17)	0.404 (21)	0.412 (23)	0.451 (24)	0.490 (21)	0.532 (7)	0.545 (6)	0.537 (5)	0.512 (19)	0.496 (16)	0.460 (15)	0.436 (15)	0.474 (18)
ลุ่มน้ำชี	0.401 (22)	0.416 (16)	0.445 (14)	0.468 (15)	0.492 (20)	0.500 (23)	0.513 (24)	0.507 (25)	0.503 (24)	0.488 (21)	0.443 (24)	0.413 (24)	0.466 (23)
ลุ่มน้ำมูล	0.375 (25)	0.395 (24)	0.424 (21)	0.459 (21)	0.487 (24)	0.495 (25)	0.508 (25)	0.512 (22)	0.512 (17)	0.492 (20)	0.428 (25)	0.388 (25)	0.456 (25)
ลุ่มน้ำปิง	0.410 (20)	0.406 (20)	0.429 (18)	0.460 (18)	0.496 (17)	0.528 (9)	0.538 (10)	0.526 (12)	0.512 (18)	0.493 (19)	0.458 (18)	0.436 (17)	0.474 (17)
ลุ่มน้ำวัง	0.385 (24)	0.382 (25)	0.406 (25)	0.441 (25)	0.485 (25)	0.518 (13)	0.534 (13)	0.520 (13)	0.505 (23)	0.482 (24)	0.447 (23)	0.413 (23)	0.46 (24)
ลุ่มน้ำยม	0.414 (18)	0.411 (19)	0.424 (20)	0.454 (22)	0.497 (16)	0.522 (12)	0.535 (11)	0.528 (11)	0.519 (10)	0.493 (18)	0.459 (17)	0.432 (19)	0.474 (19)
ลุ่มน้ำน่าน	0.419 (15)	0.413 (17)	0.428 (19)	0.460 (17)	0.502 (15)	0.525 (11)	0.539 (9)	0.529 (9)	0.513 (16)	0.487 (23)	0.454 (21)	0.435 (18)	0.475 (15)
ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	0.463 (8)	0.474 (7)	0.487 (7)	0.488 (9)	0.509 (9)	0.507 (20)	0.521 (20)	0.513 (20)	0.522 (9)	0.517 (8)	0.487 (9)	0.464 (10)	0.496 (10)
ลุ่มน้ำสะแกกรัง	0.425 (14)	0.436 (12)	0.461 (11)	0.487 (10)	0.507 (14)	0.511 (18)	0.532 (14)	0.516 (15)	0.514 (15)	0.502 (13)	0.459 (16)	0.443 (14)	0.483 (13)
ลุ่มน้ำป่าสัก	0.410 (21)	0.412 (18)	0.435 (17)	0.459 (19)	0.492 (19)	0.506 (21)	0.524 (17)	0.512 (21)	0.509 (21)	0.488 (22)	0.452 (22)	0.426 (21)	0.469 (22)
ลุ่มน้ำท่าจีน	0.471 (7)	0.479 (5)	0.488 (5)	0.495 (6)	0.509 (12)	0.510 (19)	0.524 (16)	0.516 (16)	0.518 (12)	0.517 (7)	0.493 (8)	0.474 (7)	0.499 (7)
ลุ่มน้ำแม่กลอง	0.428 (12)	0.425 (15)	0.442 (16)	0.475 (14)	0.512 (8)	0.534 (5)	0.546 (5)	0.529 (8)	0.522 (8)	0.502 (12)	0.469 (12)	0.447 (12)	0.486 (12)
ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	0.426 (13)	0.434 (13)	0.444 (15)	0.459 (20)	0.489 (22)	0.498 (24)	0.523 (18)	0.514 (19)	0.506 (22)	0.482 (25)	0.455 (20)	0.436 (16)	0.472 (20)

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
ลุ่มน้ำบางปะกง	0.458 (9)	0.457 (10)	0.463 (10)	0.478 (12)	0.507 (13)	0.517 (14)	0.535 (12)	0.528 (10)	0.527 (6)	0.510 (10)	0.485 (10)	0.467 (9)	0.494 (11)
ลุ่มน้ำโตนเลสาบ	0.411 (19)	0.427 (14)	0.454 (12)	0.477 (13)	0.495 (18)	0.503 (22)	0.518 (21)	0.51 (24)	0.511 (20)	0.500 (15)	0.467 (13)	0.429 (20)	0.475 (16)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	0.446 (10)	0.467 (8)	0.470 (8)	0.495 (5)	0.522 (2)	0.533 (6)	0.542 (8)	0.529 (7)	0.527 (7)	0.500 (14)	0.473 (11)	0.458 (11)	0.497 (9)
ลุ่มน้ำเพชรบุรี	0.445 (11)	0.439 (11)	0.450 (13)	0.483 (11)	0.517 (6)	0.534 (4)	0.544 (7)	0.532 (6)	0.530 (4)	0.524 (5)	0.497 (7)	0.468 (8)	0.497 (8)
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก	0.474 (5)	0.462 (9)	0.465 (9)	0.493 (8)	0.522 (3)	0.542 (3)	0.550 (2)	0.542 (2)	0.542 (2)	0.533 (2)	0.514 (5)	0.493 (6)	0.511 (3)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	0.497 (3)	0.486 (4)	0.488 (4)	0.495 (7)	0.509 (10)	0.516 (16)	0.515 (22)	0.511 (23)	0.518 (11)	0.526 (4)	0.531 (2)	0.522 (3)	0.509 (4)
ลุ่มน้ำตาปี	0.472 (6)	0.476 (6)	0.487 (6)	0.502 (3)	0.518 (5)	0.525 (10)	0.527 (15)	0.515 (17)	0.531 (3)	0.528 (3)	0.513 (6)	0.498 (5)	0.508 (6)
ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	0.510 (1)	0.491 (3)	0.491 (3)	0.497 (4)	0.509 (11)	0.514 (17)	0.503 (26)	0.497 (26)	0.502 (25)	0.514 (9)	0.545 (1)	0.533 (1)	0.509 (5)
ลุ่มน้ำปัตตานี	0.501 (2)	0.493 (2)	0.510 (1)	0.504 (2)	0.519 (4)	0.516 (15)	0.513 (23)	0.515 (18)	0.515 (13)	0.518 (6)	0.524 (4)	0.523 (2)	0.513 (2)
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	0.493 (4)	0.499 (1)	0.504 (2)	0.517 (1)	0.536 (1)	0.547 (2)	0.546 (4)	0.537 (4)	0.548 (1)	0.541 (1)	0.526 (3)	0.518 (4)	0.526 (1)
ค่าเฉลี่ย	0.420	0.424	0.443	0.468	0.500	0.515	0.527	0.520	0.514	0.497	0.462	0.437	0.477
ค่าสูงสุด	0.510	0.499	0.510	0.517	0.536	0.549	0.553	0.542	0.548	0.541	0.545	0.533	0.526
ค่าต่ำสุด	0.367	0.375	0.404	0.432	0.476	0.495	0.503	0.497	0.490	0.457	0.409	0.383	0.444



ภาพที่ 29 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของดัชนี *NMDI* ของลุ่มน้ำประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง “การประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* เพื่อการติดตามภัยแล้ง” สามารถสรุปผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้ (1) ผลการประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน (2) ผลการเปรียบเทียบผลการประเมินค่าของดัชนี *NMDI* และ *VCI* (3) ผลการวิเคราะห์ความลึกฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน (4) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI* กับความลึกฝนสะสมสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน (5) ผลการคัดเลือกดัชนีภัยแล้งที่มีความเหมาะสมในการใช้ติดตามสภาพภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย และ (6) การประเมินสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นโดยใช้ดัชนี *NMDI* สำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย จากหัวข้อดังกล่าวสามารถสรุปผลในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

1) ผลการประเมินค่า *NMDI* และ *VCI* เพื่อติดตามสภาพภัยแล้งสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

ผลการประเมินค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และ*VCI* ราย 8 วัน สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบนในระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 พบว่า (1) ค่าของดัชนี *NMDI* มีค่าเกือบต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคมและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนกรกฎาคม หลังจากนั้นจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* นั้นมีค่าเท่ากับ 0.477 โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.560 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2544 และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.391 ซึ่งเกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 สำหรับค่าเฉลี่ยรายเดือนของทุกปีนั้น พบว่า เดือนที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 เดือนแรก คือ เดือนกรกฎาคม มิถุนายน และสิงหาคม และเดือนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 3 ลำดับแรก คือ เดือนกุมภาพันธ์ มกราคม และมีนาคม และ (2) ค่าดัชนี *VCI* มีค่าเกือบต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคมและเพิ่มขึ้นจนถึงพฤษภาคม จากนั้นลดลงจนถึงเดือนกรกฎาคม และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนพฤศจิกายน และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* นั้นมีค่าเท่ากับ 0.733 โดยดัชนี *VCI* มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.871 เกิดขึ้นในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.547 เกิดขึ้นในเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 สำหรับค่าเฉลี่ยรายเดือนของทุกปีนั้น พบว่า เดือนที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 เดือนแรก คือ เดือนพฤศจิกายน ตุลาคม และธันวาคม และเดือนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 3 ลำดับแรก คือ เดือนมีนาคม เมษายน และกุมภาพันธ์

นอกจากนั้น ผลการประเมินสภาพความชุ่มชื้นหรือความแห้งแล้งของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน ได้ถูกนำมาจัดลำดับสภาพความชุ่มชื้นและสภาพความแห้งแล้ง 3 ลำดับแรก ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้ คือ (1) ดัชนี *NMDI* แสดงให้เห็นว่า ลุ่มน้ำที่มีสภาพความชุ่มชื้นสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำแม่กลาง แม่แตง และแม่แจ่มตอนบน ส่วนลุ่มน้ำที่มีสภาพความแห้งแล้งสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำแม่หาด แม่ปิงส่วนที่ 3 และแม่ลี้ และ (2) ดัชนี *VCI* แสดงลุ่มน้ำที่มีสภาพความชุ่มชื้นสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ แม่แตง แม่ริม และแม่งัด ส่วนลุ่มน้ำที่มีสภาพความแห้งแล้งสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำ แม่หาด แม่ปิงส่วนที่ 3 และแม่ลี้

2) ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และ *VCI* รายเดือนในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน พบว่า ค่าของดัชนี *NMDI* และ *VCI* ในช่วงฤดูแล้งมีความคล้ายคลึงกันกล่าวคือ ค่าของดัชนีทั้ง 2 ดัชนี มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจากเดือนพฤศจิกายนจนมีค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงเดือนพฤษภาคม แต่สำหรับในช่วงฤดูฝน พบว่า ดัชนีทั้ง 2 ดัชนี มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ดัชนี *NMDI* มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดือนพฤษภาคมจนมีค่าสูงสุดประมาณเดือนกรกฎาคม และลดลงเล็กน้อยตลอดช่วงฤดูฝนจนถึงเดือนตุลาคม ในขณะที่ค่าของดัชนี *VCI* ในช่วงฤดูฝนจะมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงไปจากดัชนี *NMDI* โดยดัชนี *VCI* มีการลดลงเล็กน้อยจากเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนกรกฎาคมและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนมีค่าสูงสุดในช่วงฤดูแล้ง คือ เดือนพฤศจิกายน สาเหตุที่ดัชนี *VCI* มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงฤดูฝนแตกต่างจากดัชนี *NMDI* เนื่องจากดัชนี *VCI* คำนวณมาจากดัชนี *NDVI* ที่เป็นดัชนีที่คำนวณได้จากค่าการสะท้อนกลับของแบนด์ที่ 1 (ศูนย์กลางที่ 0.64 ไมโครเมตร) ที่เป็นแบนด์ที่ได้รับผลกระทบจากเมฆปกคลุม แม้ว่าดัชนี *NDVI* จะถูกกำจัดจุดภาพที่ได้รับผลกระทบจากเมฆแล้วก็ตาม (ทะนงศักดิ์, 2558) แต่ผลกระทบก็ยังคงเหลืออยู่ จึงเป็นผลให้ค่าของดัชนี *VCI* มีความผิดปรกติและไม่สอดคล้องกับความลึกฝนในช่วงฤดูฝน

สำหรับในส่วนของลำดับความชุ่มชื้นหรือความแห้งแล้งของดัชนี *NMDI* และ *VCI* นั้น พบว่า ทั้งในช่วงฤดูแล้งที่ดัชนีทั้ง 2 ดัชนี ไม่ได้รับผลกระทบจากเมฆ และในช่วงฤดูฝนมีเฉพาะดัชนี *VCI* ที่ได้รับผลกระทบจากเมฆนั้น ลำดับความชุ่มชื้นหรือความแห้งแล้งมีความแตกต่างกันโดยความแตกต่างในช่วงฤดูแล้งค่อนข้างมาก แสดงให้เห็นว่า การตอบสนองต่อสภาพความแห้งแล้งของทั้ง 2 ดัชนี มีความแตกต่างกัน แต่สำหรับในช่วงฤดูฝนนั้น ดัชนี *VCI* ได้รับผลกระทบจากเมฆ ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถนำผลในช่วงดังกล่าวมาสรุปสภาพความแตกต่างของลำดับได้อย่างชัดเจนเพียงพอ

3) ผลการวิเคราะห์ความลึกฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่สำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 พบว่า ความลึกฝนสะสมรายปีเฉลี่ยรายปีมีค่าประมาณ 1,182.6 มิลลิเมตร โดยมีความลึกฝนสะสมรายปีสูงสุดมีค่าเท่ากับ 1393.5 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2545 และความลึกฝนสะสมรายปีต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 906.0 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2546 โดยความลึกฝนในช่วงฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,055.7 มิลลิเมตร และในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 127.0 มิลลิเมตร ซึ่งคิดเป็น 89.3% และ 10.7% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับความลึกฝนเฉลี่ยรายปี สำหรับค่าเฉลี่ยรายเดือนของทุกปีนั้น พบว่า เดือนที่มีค่าเฉลี่ยรายเดือนของทุกปีนั้น พบว่า เดือนที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 เดือนแรก คือ เดือนกันยายน สิงหาคม และกรกฎาคม และเดือนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 3 เดือนแรก คือ เดือนกุมภาพันธ์ มกราคม และธันวาคม และ จากนั้น เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรายเดือนของความลึกเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำย่อย พบว่า ความลึกฝนเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยสูงสุดสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1 แม่งัด และ แม่ริม และสำหรับความลึกฝนเฉลี่ยรายลุ่มน้ำย่อยต่ำสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 3 แม่หาด และแม่แจ่มตอนล่าง

4) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* และ *VCI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนระหว่างเดือนเมษายนถึงสิงหาคมระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เป็นตัวชี้วัดนั้น จากผลการศึกษาพบว่า (1) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วันกับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน มีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยเท่ากับ 0.307 โดยลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.192 ถึง 0.410 (2) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปี มีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยเท่ากับ 0.689 โดยลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่าง 0.619 ถึง 0.742 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบดัชนี *NMDI* กับความลึกฝน พบว่า ดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน มีความสัมพันธ์กับความลึกฝนสะสมในช่วงฤดูฝนในแต่ละปีอย่างชัดเจน (3) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนี *VCI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน มีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยเท่ากับ 0.261 โดยลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่าง 0.166 ถึง 0.373 และ (4) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของดัชนี *VCI* ราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมต่อเนื่องรายปี มีค่าเฉลี่ยทั่วลุ่มน้ำย่อยเท่ากับ 0.290 โดยลุ่มน้ำย่อยที่มีค่า r เฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่าง 0.178 ถึง 0.459 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบดัชนี *VCI* กับความลึกฝน พบว่า ค่า r ที่ได้ ไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งมีสาเหตุเนื่องจากมีเมฆปกคลุมจำนวนมากในช่วงฤดูฝน ดังนั้น เมื่อนำค่าของดัชนี *VCI* มาหาความสัมพันธ์กับความลึกฝนโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ทำให้ได้ค่า r เฉลี่ยอยู่เกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้น ในการศึกษานี้ จึงได้คัดเลือกดัชนี *NMDI* มาใช้ประเมินสภาพภัยแล้งสำหรับลุ่มน้ำอื่น ๆ ในประเทศไทย เนื่องจากเป็นดัชนีที่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าดัชนี *VCI* ในเรื่องของค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์และสามารถแสดงภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพความชุ่มชื้นและสภาพความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนสำหรับทุกปีของลุ่มน้ำปิงตอนบนได้อย่างสมเหตุสมผลกับสภาพความเป็นจริง

5) ผลการประเมินสภาพความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นโดยใช้ดัชนี *NMDI* สำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553 นั้น ได้แยกลุ่มน้ำออกเป็น 26 ลุ่มน้ำ เนื่องจาก ลุ่มน้ำโขงถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ลุ่มน้ำโขงภาคเหนือ และลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน จากการศึกษา พบว่า ค่าของดัชนี *NMDI* ในลุ่มน้ำประเทศไทย และลุ่มน้ำปิงตอนบน ในช่วงฤดูฝนมีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ทั้งในลุ่มน้ำประเทศไทยและลุ่มน้ำปิงตอนบน มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดือนมีนาคมจนมีค่าสูงสุดประมาณเดือนกรกฎาคม และลดลงเล็กน้อยตลอดช่วงฤดูฝนจนถึงเดือนตุลาคม แต่สำหรับในช่วงแล้ง พบว่า ดัชนี *NMDI* ในลุ่มน้ำประเทศไทย และลุ่มน้ำปิงตอนบน มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ดัชนี *NMDI* ในลุ่มน้ำประเทศไทย มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจากเดือนพฤศจิกายนจนมีค่าต่ำสุดในเดือนมกราคม จากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงเดือนมีนาคม ในขณะที่ค่าของดัชนี *NMDI* ในลุ่มน้ำปิงตอนบนจะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจากเดือนพฤศจิกายนจนมีค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงเดือนมีนาคมสำหรับค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำสูงสุด 3 ลำดับแรก เกิดขึ้นในลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก แม่น้ำปัตตานี ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำต่ำสุด 3 ลำดับแรก เกิดขึ้นในลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน ลุ่มน้ำมูล และลุ่มน้ำวัง ตามลำดับ โดยในช่วงฤดูแล้ง ลุ่มน้ำที่มีความชุ่มชื้นสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก และ ลุ่มน้ำปัตตานีส่วนลุ่มน้ำที่มีความแห้งแล้งสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน ลุ่มน้ำมูล และลุ่มน้ำวัง ตามลำดับ สำหรับช่วงฤดูฝนนั้น ลุ่มน้ำที่มีความชุ่มชื้นสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก และลุ่มน้ำสาละวิน ตามลำดับ และลุ่มน้ำที่มีความแห้งแล้งสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน ลุ่มน้ำมูล และ ลุ่มน้ำชี ตามลำดับ และเพื่อให้เข้าใจถึงสภาพความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในแต่ละลุ่มน้ำของประเทศไทย จึงได้นำผลจากการจัดลำดับสภาพความชุ่มชื้นและสภาพความแห้งแล้งของดัชนี *NMDI* สำหรับแต่ละลุ่มน้ำมาเปรียบเทียบลำดับสภาพความชุ่มชื้นหรือสภาพความแห้งแล้งโดยพิจารณาทั้งฤดูฝน ฤดูแล้ง และค่าเฉลี่ยทั้งปี พบว่า ลุ่มน้ำทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ลุ่มน้ำโขงภาคอีสาน ลุ่มน้ำชี และลุ่มน้ำมูล) มีสภาพความแห้งแล้งทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ในขณะที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่ทางภาคใต้และภาคตะวันตกมีสภาพความชุ่มชื้นในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ดัชนี *NMDI* สามารถบ่งบอกสภาพความชุ่มชื้นหรือสภาพความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในแต่ละลุ่มน้ำของประเทศไทยได้อย่างสมเหตุสมผล

ข้อเสนอแนะ

1) ในผลการศึกษา พบว่า ดัชนี *NMDI* มีความเหมาะสมในการติดตามสภาพภัยแล้งได้ดีกว่าดัชนี *VCI* ซึ่งเป็นดัชนีที่ได้รับผลกระทบจากเมฆปกคลุม ดังนั้น ถ้าได้มีการนำดัชนีภัยแล้งอื่น ๆ ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากเมฆมาศึกษาเปรียบเทียบก็อาจจะได้ดัชนีที่มีความเหมาะสมในการติดตามสภาพภัยแล้งได้ดีกว่าดัชนี *NMDI* ก็เป็นไปได้

2) ดัชนี *NMDI* มีความสามารถในการแยกแยะสภาพภัยแล้งที่เกิดจากดินและพืชพรรณได้ แต่เนื่องจากการศึกษานี้ไม่ได้พิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้ดัชนี *NMDI* แสดงประสิทธิภาพได้ไม่เต็มที่ ดังนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของดัชนี *NMDI* ในการติดตามสภาพภัยแล้ง จึงควรศึกษาสภาพภัยแล้งที่เปลี่ยนไปตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไป

3) จากการนำค่าเฉลี่ยของดัชนี *NMDI* ราย 8 ของแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553 นั้นมาพล็อตกราฟแบบต่อเนื่อง พบว่า ค่าของดัชนีภัยแล้งในช่วงฤดูแล้งประมาณช่วงเดือนกันยายนถึงกุมภาพันธ์ มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องโดยมีความลาดชันที่คงที่ และเมื่อพิจารณาช่วงดังกล่าวในแต่ละปี ก็ยังคงแสดงความลาดชันที่สอดคล้องใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาใช้เพื่อการคาดการณ์ภัยแล้งในช่วงฤดูแล้งต่อไป

4) การศึกษานี้เป็นการประเมินค่าของดัชนีภัยแล้งเปรียบเทียบกับความลึกฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่สำหรับลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน ซึ่งถึงแม้ว่าจะได้ความสัมพันธ์ออกมาดี อย่างไรก็ตาม ถ้าทำการหาความสัมพันธ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดภาพ ตามขนาดของค่าของดัชนี คือ 500 x 500 ตารางเมตร แล้ว น่าจะมีผลให้ความสัมพันธ์ที่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมทรัพยากรน้ำ. 2558. **ข้อมูลลุ่มแม่ปิงตอนบน**. แหล่งที่มา: http://water.dwr.go.th/wrro1/index.php/th/2014-07-15-02-07-12 , 1 มิถุนายน พ.ศ. 2558

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. 2552. **แผนที่มาตรฐานการแบ่งลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำสาขาของประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสซิ่ง, นนทบุรี.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. 2557. **รายงานโครงการบ่อขยะภาคเหนือ**. แหล่งที่มา: http://www.gwcr.org/2014/06/, 1 มกราคม พ.ศ. 2558

ทนงศักดิ์ สุขศิริ. 2558. **การประเมินค่า *NDVI, NDWI* และ *NDDI* เพื่อการติดตามภัยแล้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นุชนารถ. 2555. **การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าในลุ่มน้ำปิงตอนบนเพื่อการบริหารจัดการน้ำของเขื่อนภูมิพล.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ.

นุชนารถ. 2556. **โครงการการตรวจสอบภัยแล้งและการเตือนภัยล่วงหน้าสำหรับประเทศไทย รายงานฉบับที่ 2.** สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ. 338 หน้า

Cheng, Y.B., S.L. Ustin, D. Riaño, and V.C. Vanderbilt. 2008. Water content estimation from hyperspectral image sand MODIS indexes in Southeastern Arizona. **Remote Sensing of Environment**.112:363-374.

Gu, Y., J.F. Brown, J.P. Verdin and B. Wardlow. 2007. A five-year analysis of *MODIS NDVI* and *NDWI* for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. **Geophysical Research Letters** 34. doi:10.1029/2006GL029127.

G. Kallis. 2008. Droughts. **Annual Review of Environment and Resources** 33: 85 -118.

Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC). 2011. **MODIS Products Table.** Available Source: https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/products/modis_products_table, October 10, 2013.

Kogan, F.N. 1995a. Drought of the late 1980s in the United States as derived from NOAA polar- orbiting satellite data. **Bulletin of the American Metrological Society 76**, 655-688.

Kogan, F.N. 1995b. Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. **Advanced Space Research 15**, 91-100.

McKee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleist. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales, pp 179-184. *In* **Proceedings of the 8th conference of applied climatology.** Anaheim, CA: American Meteorological Society.

Palmer, W.C. 1965. Meteorological drought. **U.S. Weather Bureau Research Paper 45**. Office of Climatology, U. S. Department of Commerce, Washington D.C. 58 pp.

Rhee, J., I. Jungho and J.C. Gregory. 2010. Monitoring agricultural drought for arid and humid regions using multi-sensor remote sensing data. **Remote Sensing of Environment114**: 2875-2887.

Rouse, J.W., R.H. Hass, J.A. Schell, and D.W. Deering. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, pp. 309-317. *In* **Proceedings of the 3rd Earth Resources Technology Satellite-1 symposium.** Greenbelt, MD: NASA SP-351.

Wilhite, D.A., 2000. Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions, Chapter 1. *In* D.A. Wilhite, ed. **Drought: A Global Assessment (Volumes 1 and 2)**. Routledge Publishers, London.

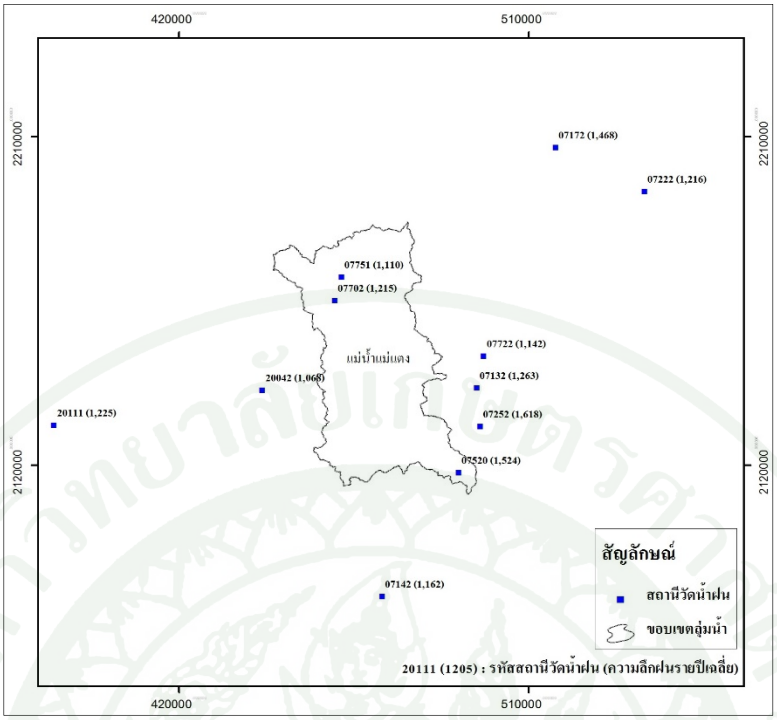
William Herchel. 1800. Experiments on the Refrangibility of the Invisible Rays of the Sun. **Philosophical Transactions 90**, 284-292, doi: 10.1098/rstl.1800.0015

Wang, L. and J.J. Qu. 2007. *NMDI*: A normalized multi-band drought index for monitoring soil and vegetation moisture with satellite remote sensing. **Geophysical Research Letters 34**. doi:10.1029/2007GL031021.

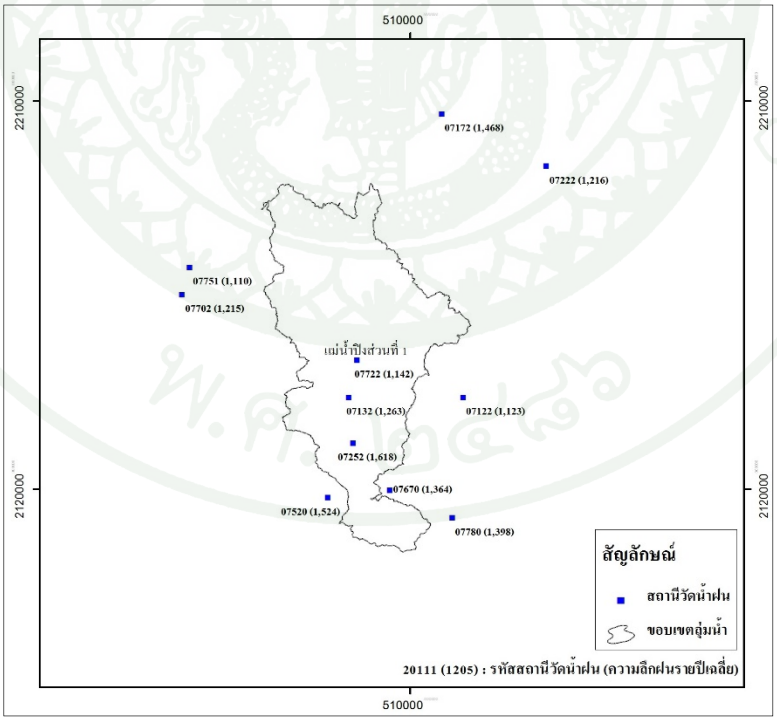
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

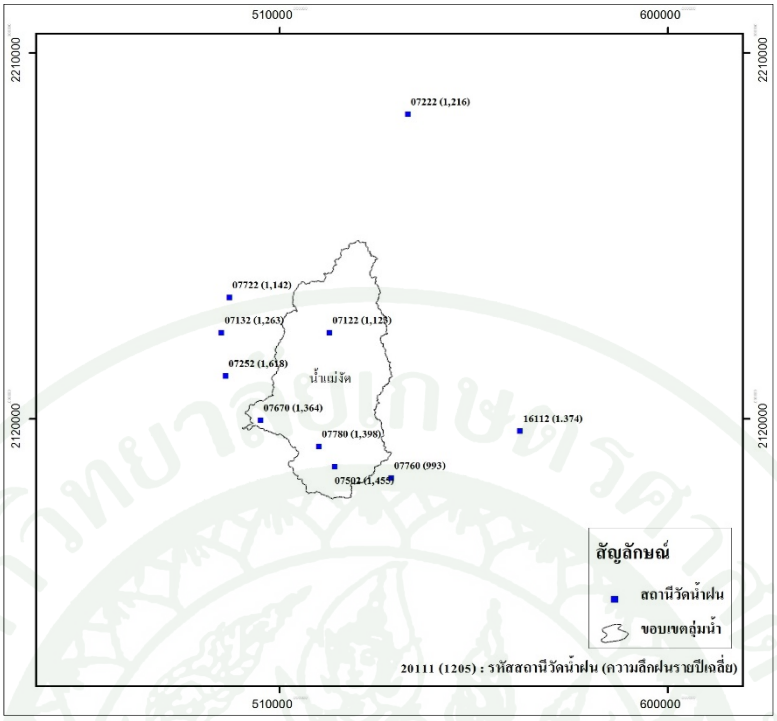
สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน



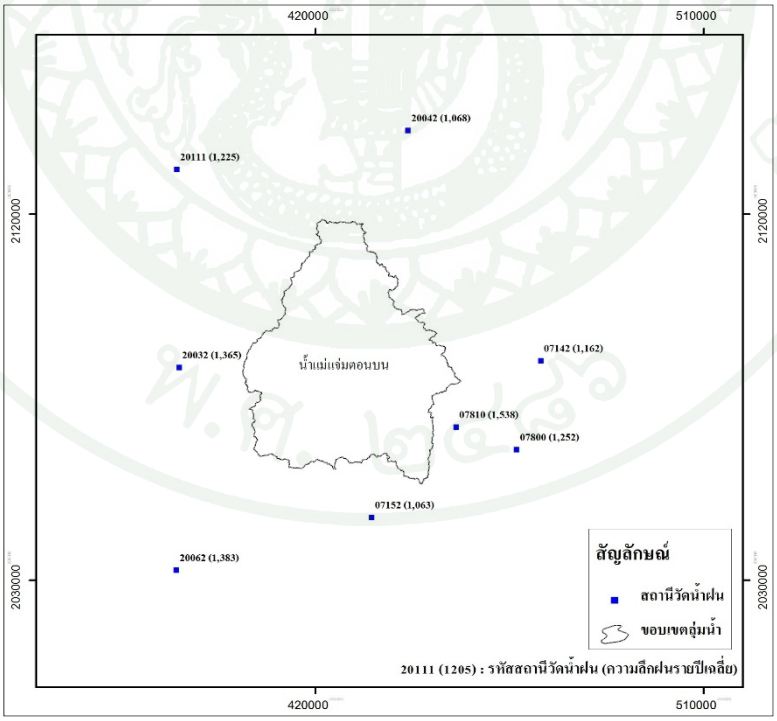
ภาพผนวกที่ ก1 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่แตง



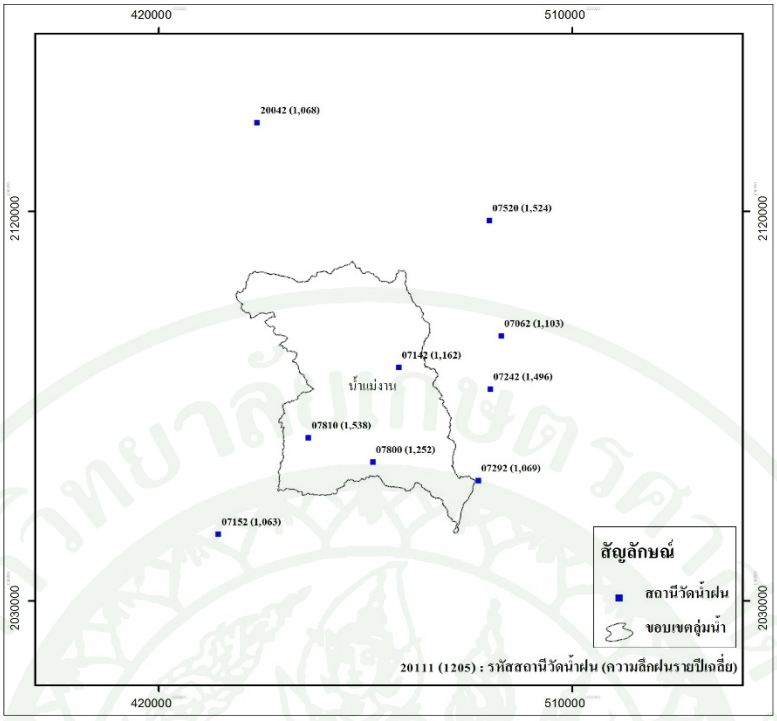
ภาพผนวกที่ ก2 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1



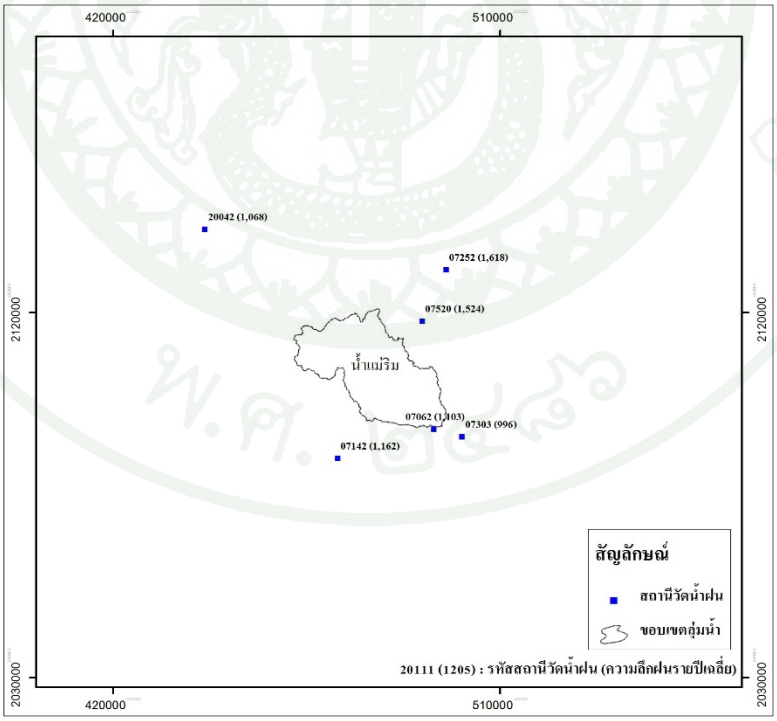
ภาพผนวกที่ ก3 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่งัด



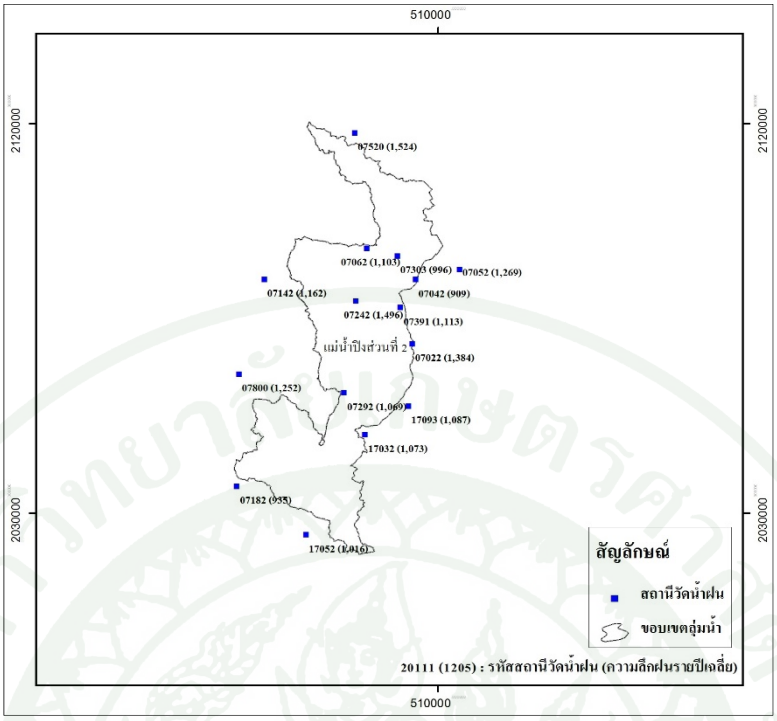
ภาพผนวกที่ ก4 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนบน



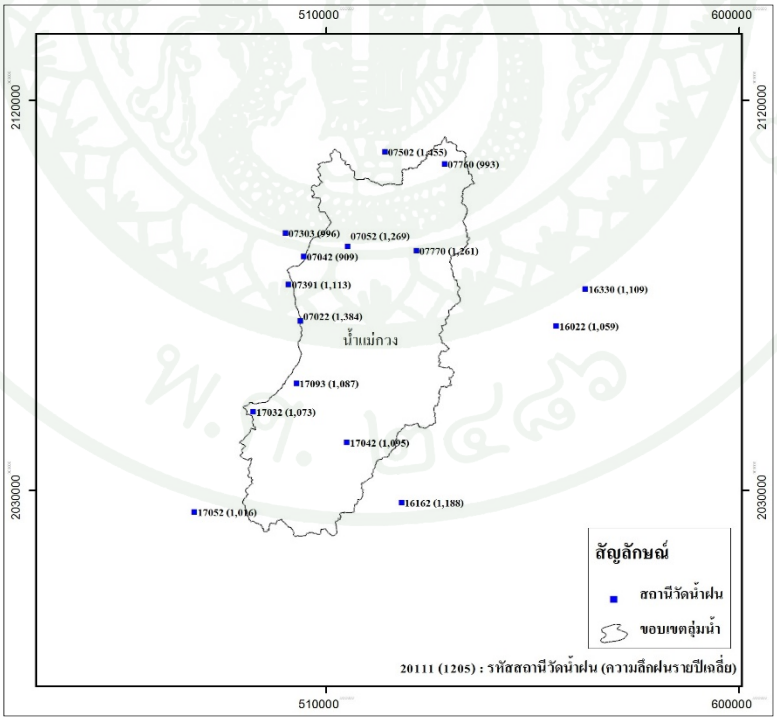
ภาพผนวกที่ ก5 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่งาน



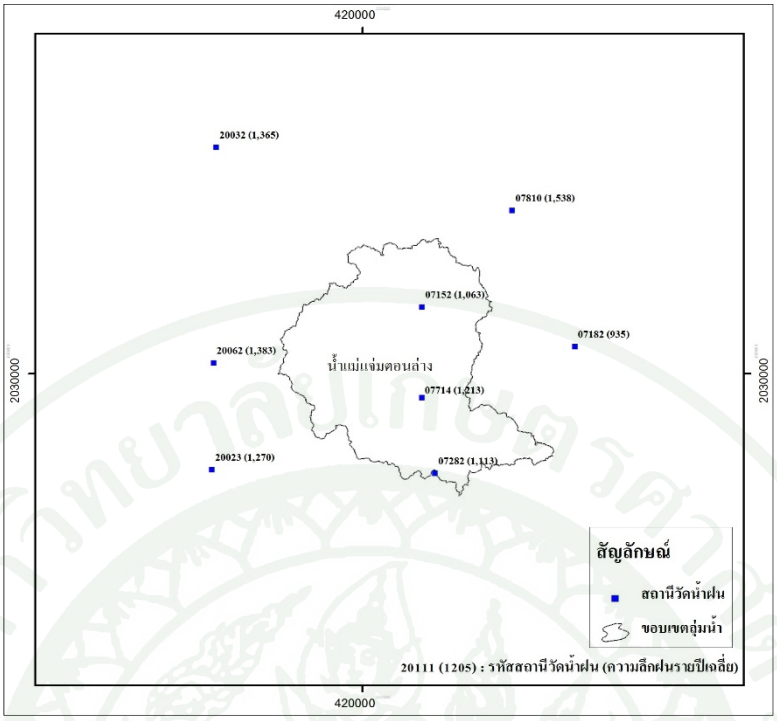
ภาพผนวกที่ ก6 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ริม



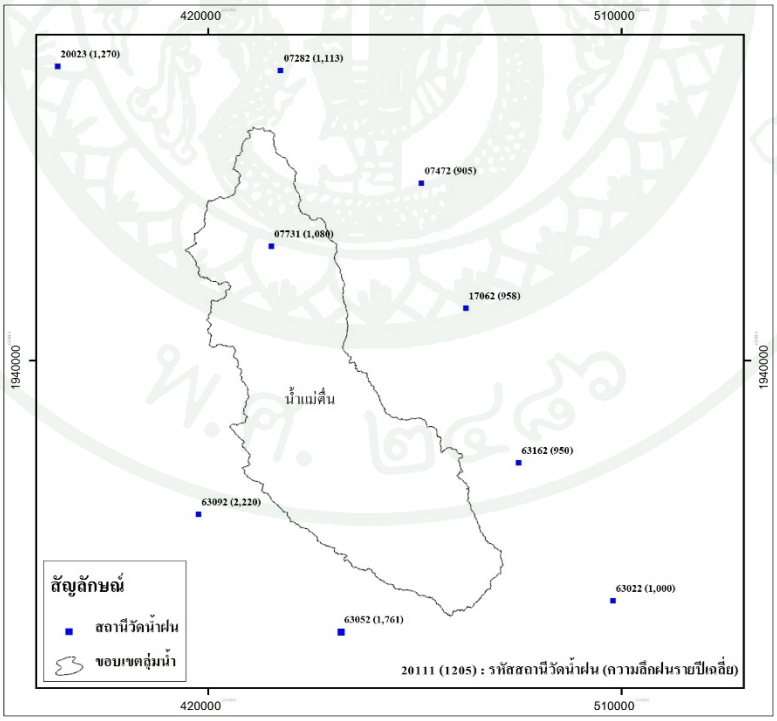
ภาพผนวกที่ ก7 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2



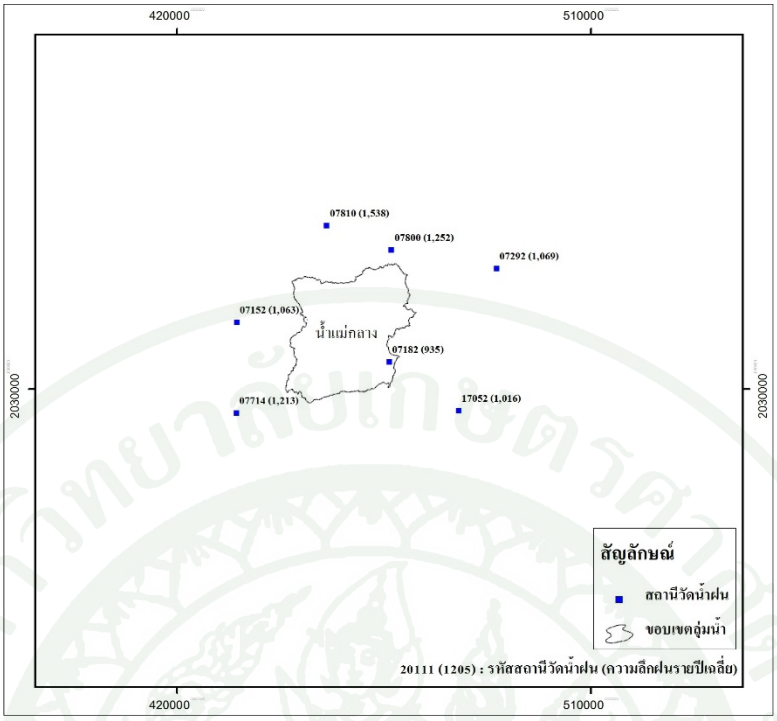
ภาพผนวกที่ ก8 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่กวง



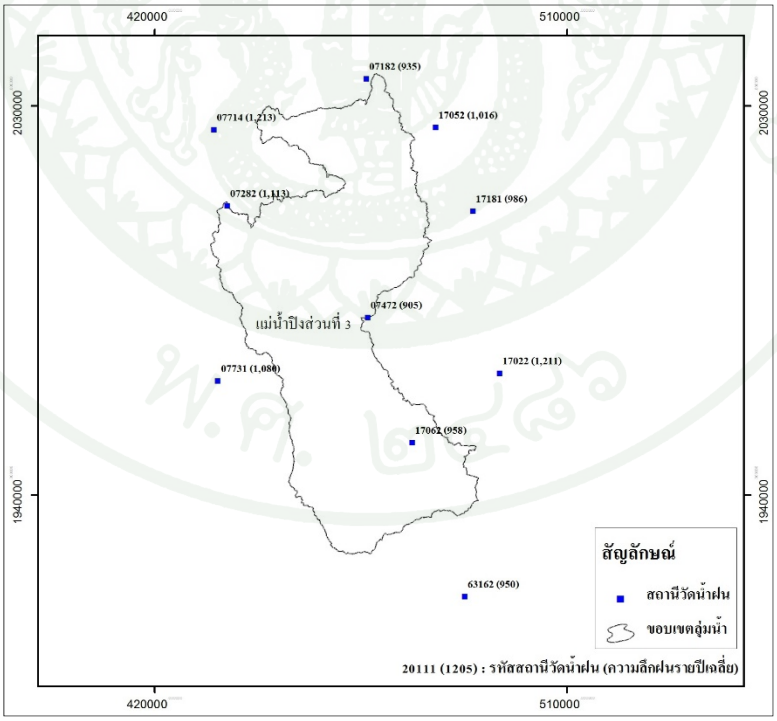
ภาพผนวกที่ ก9 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนล่าง



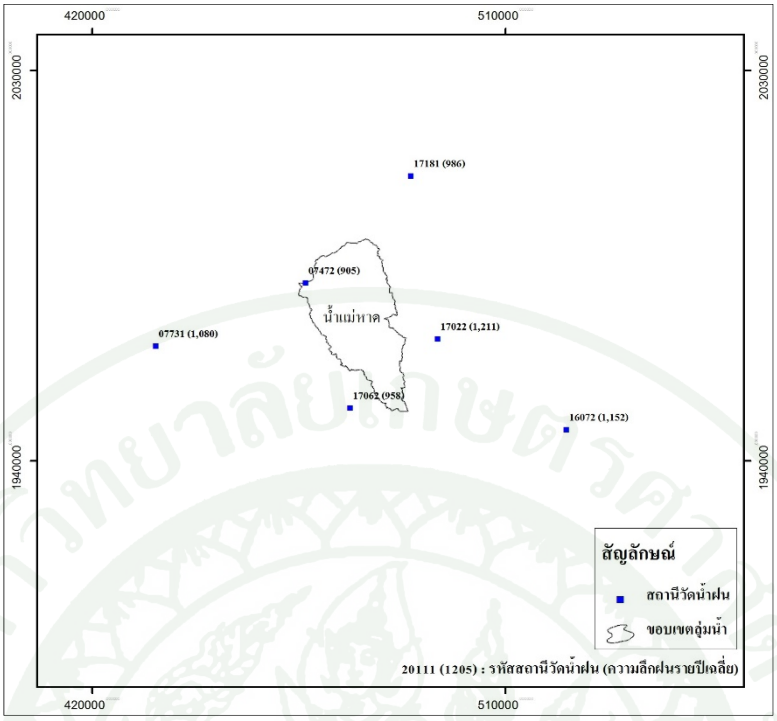
ภาพผนวกที่ ก10 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ตื่น



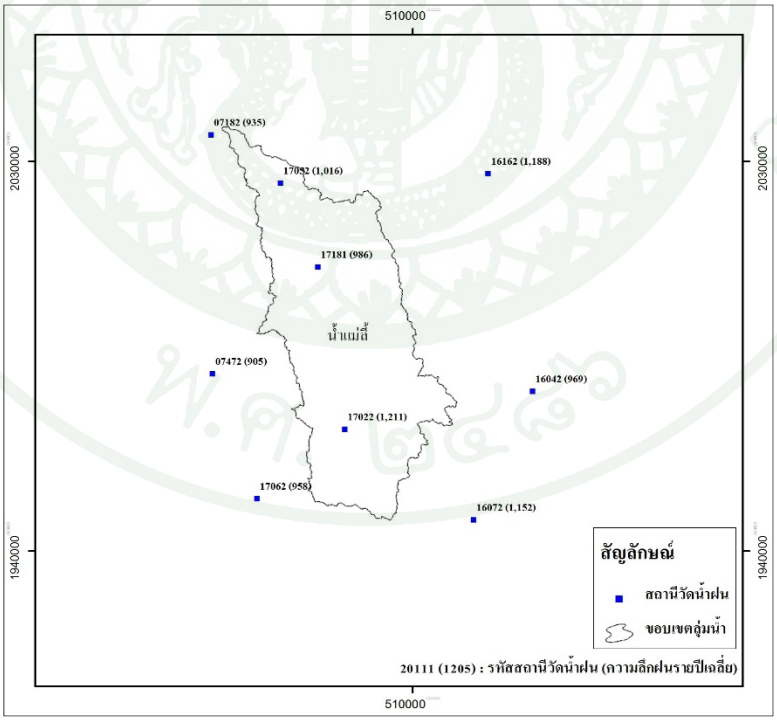
ภาพผนวกที่ ก11 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่กลาง



ภาพผนวกที่ ก12 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วยที่ 3



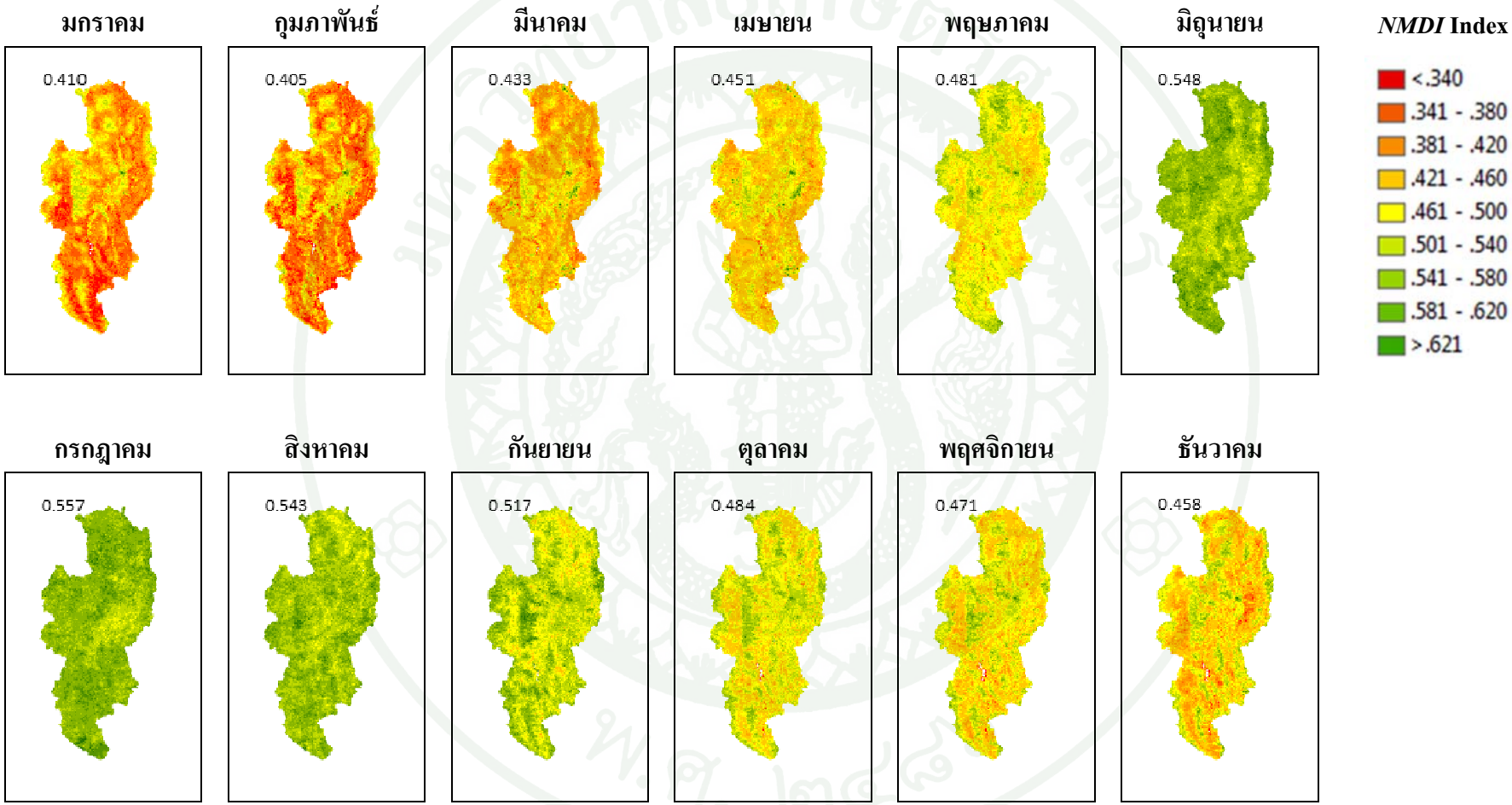
ภาพผนวกที่ ก13 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่หาด



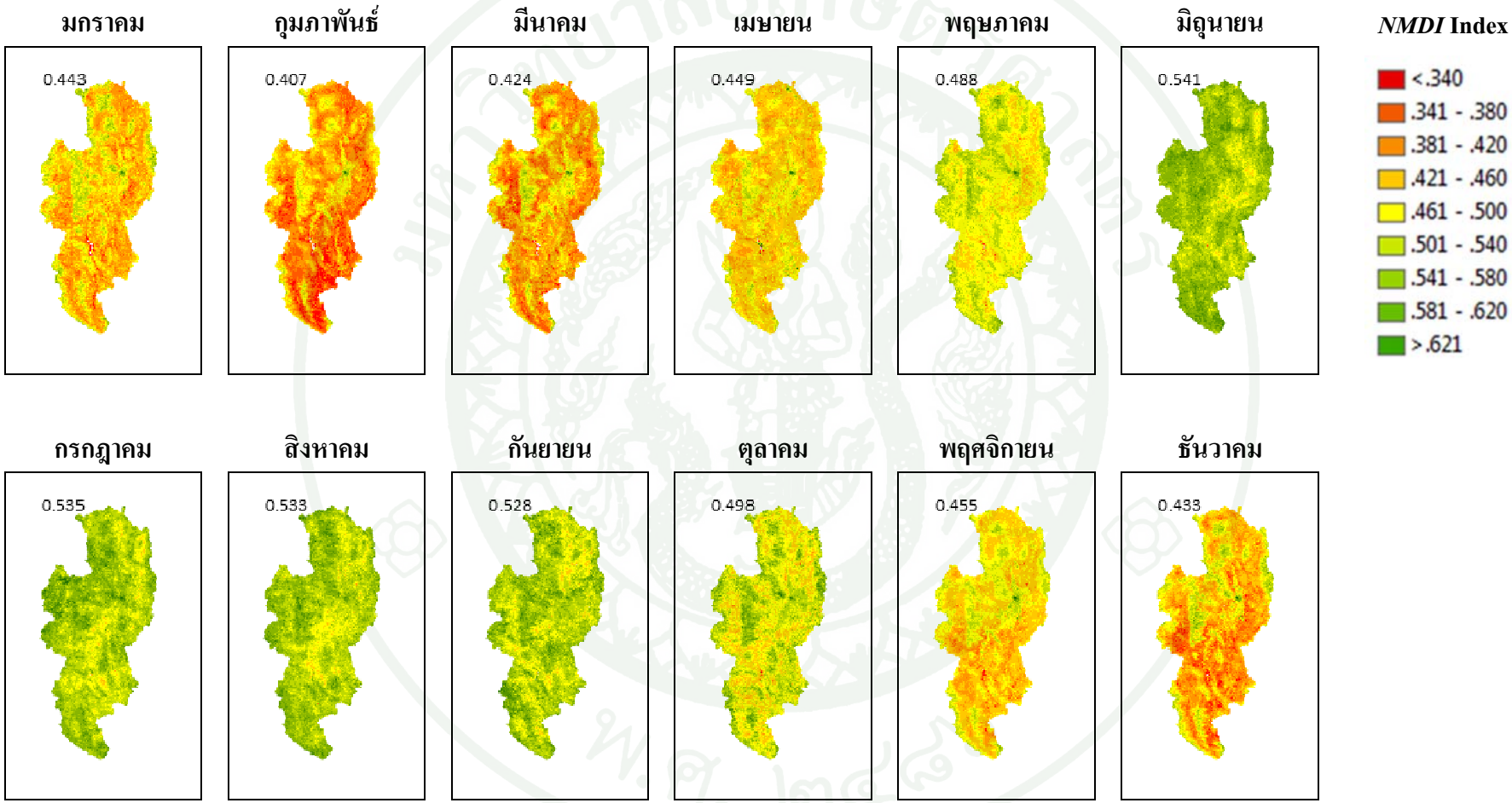
ภาพผนวกที่ ก14 สถานีวัดน้ำฝนที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับลุ่มน้ำย่อยแม่ลี้

ภาคผนวก ข

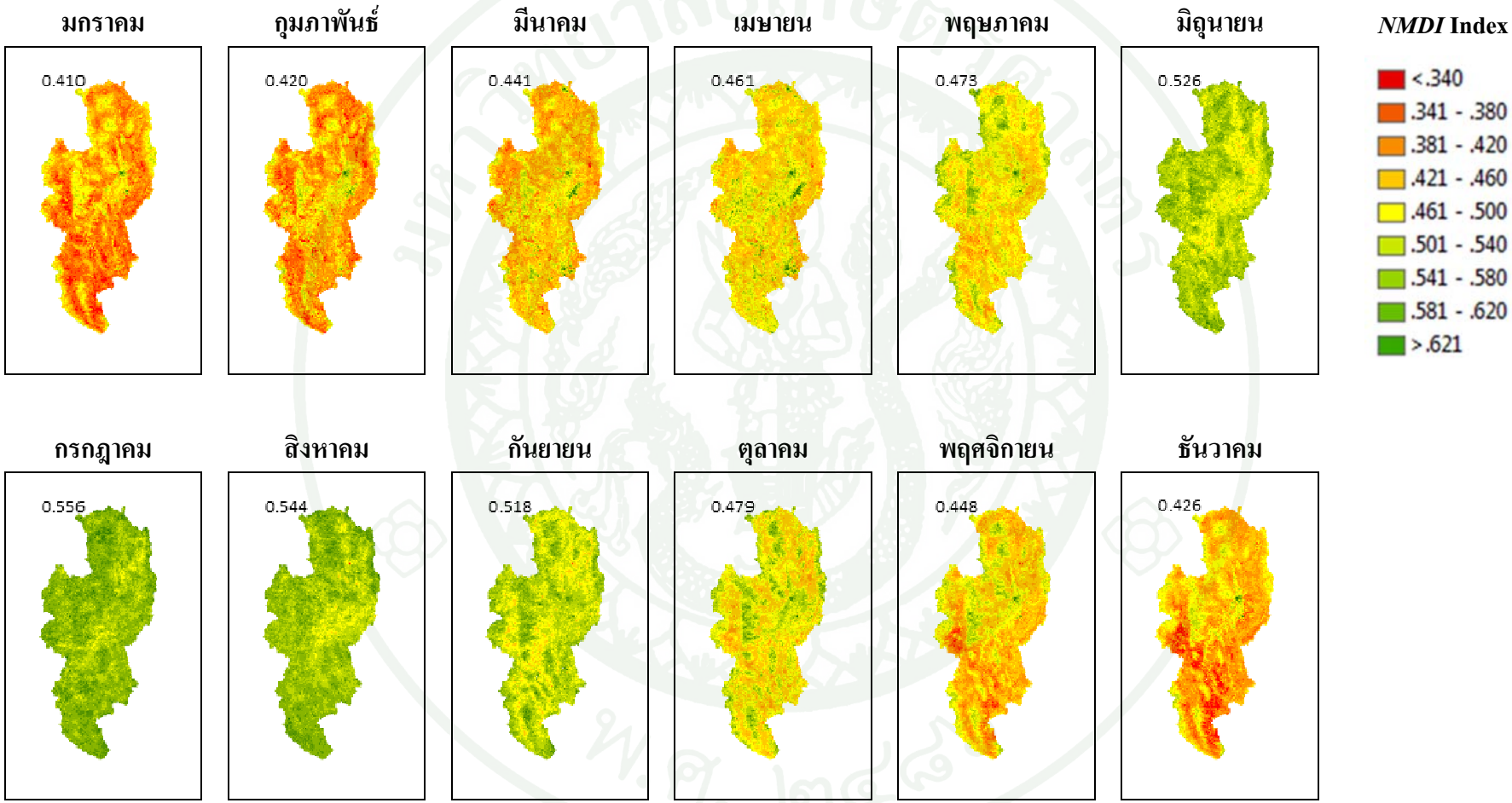
ผลการวิเคราะห์ดัชนี *NMDI* ในลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2552



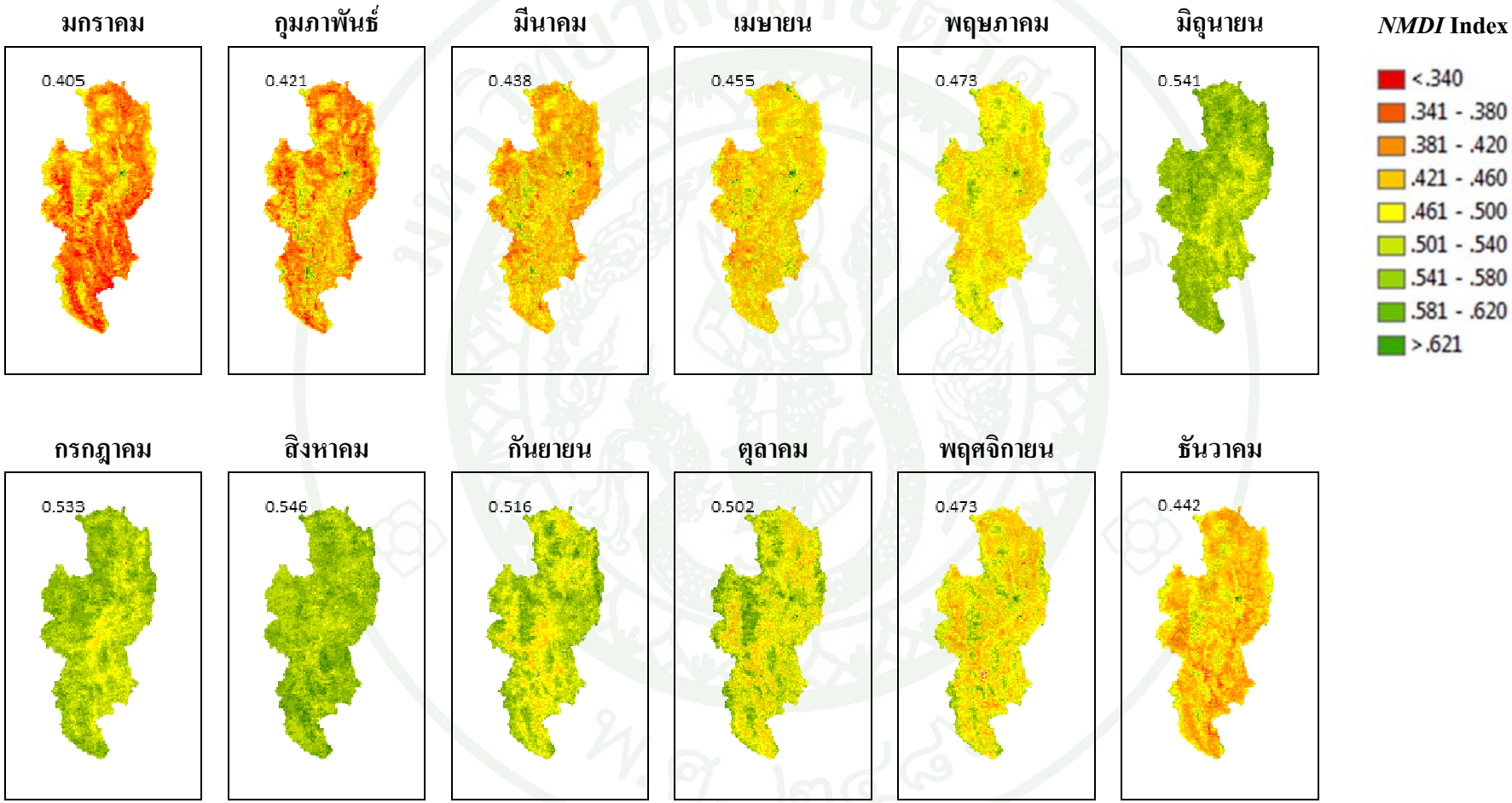
ภาพผนวกที่ ข1 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2545



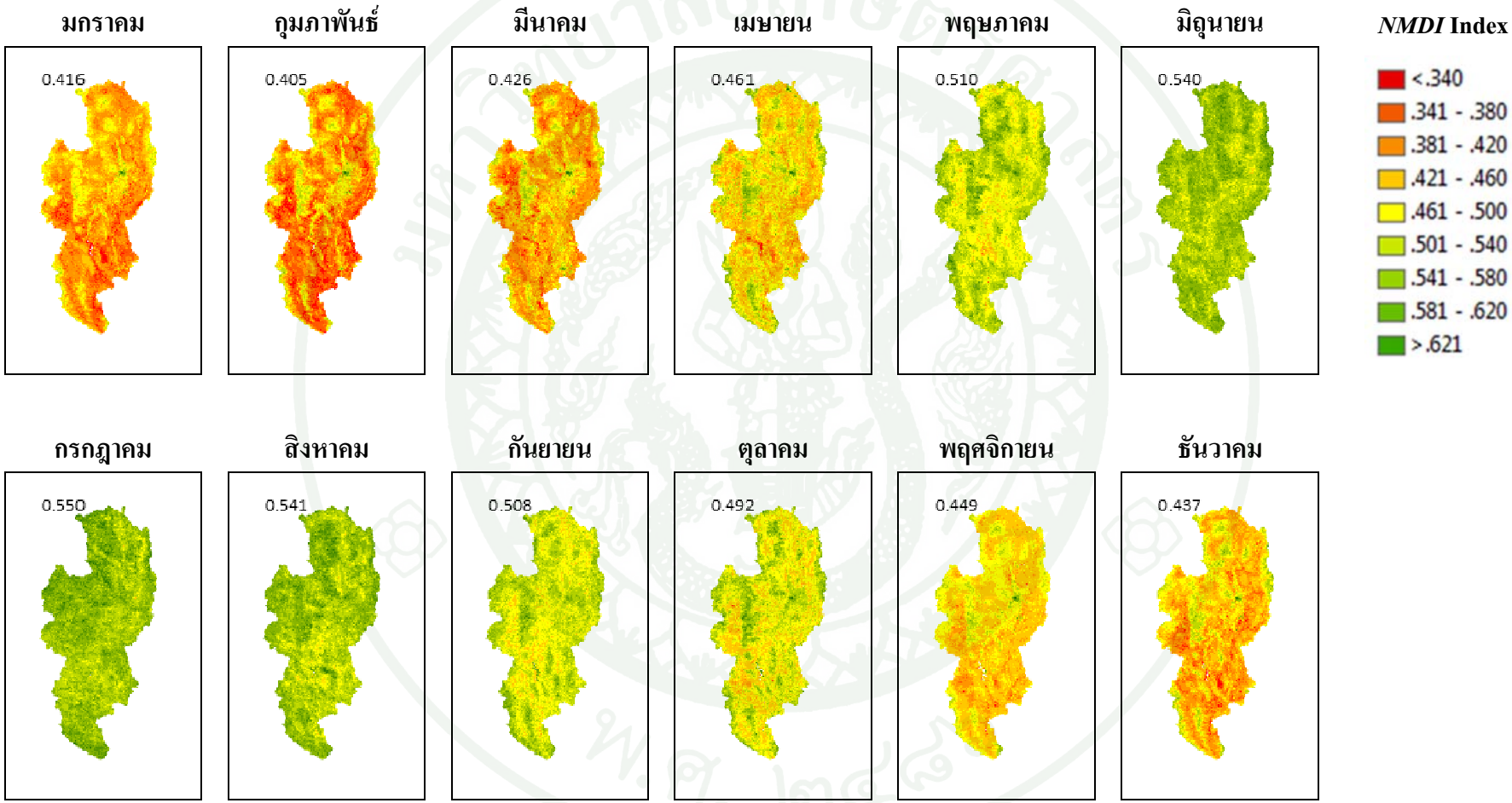
ภาพผนวกที่ ข2 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2546



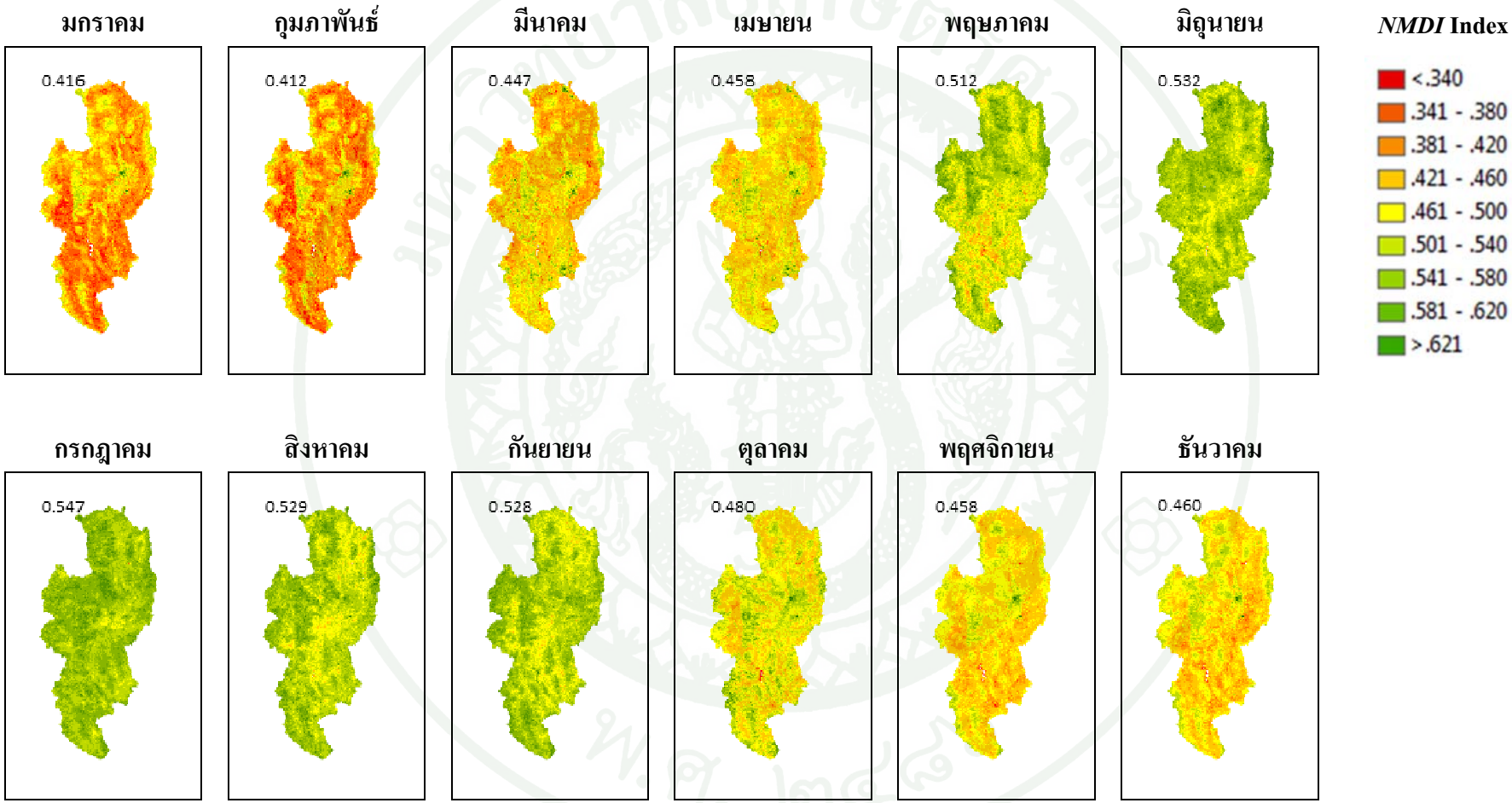
ภาพผนวกที่ ข3 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2547



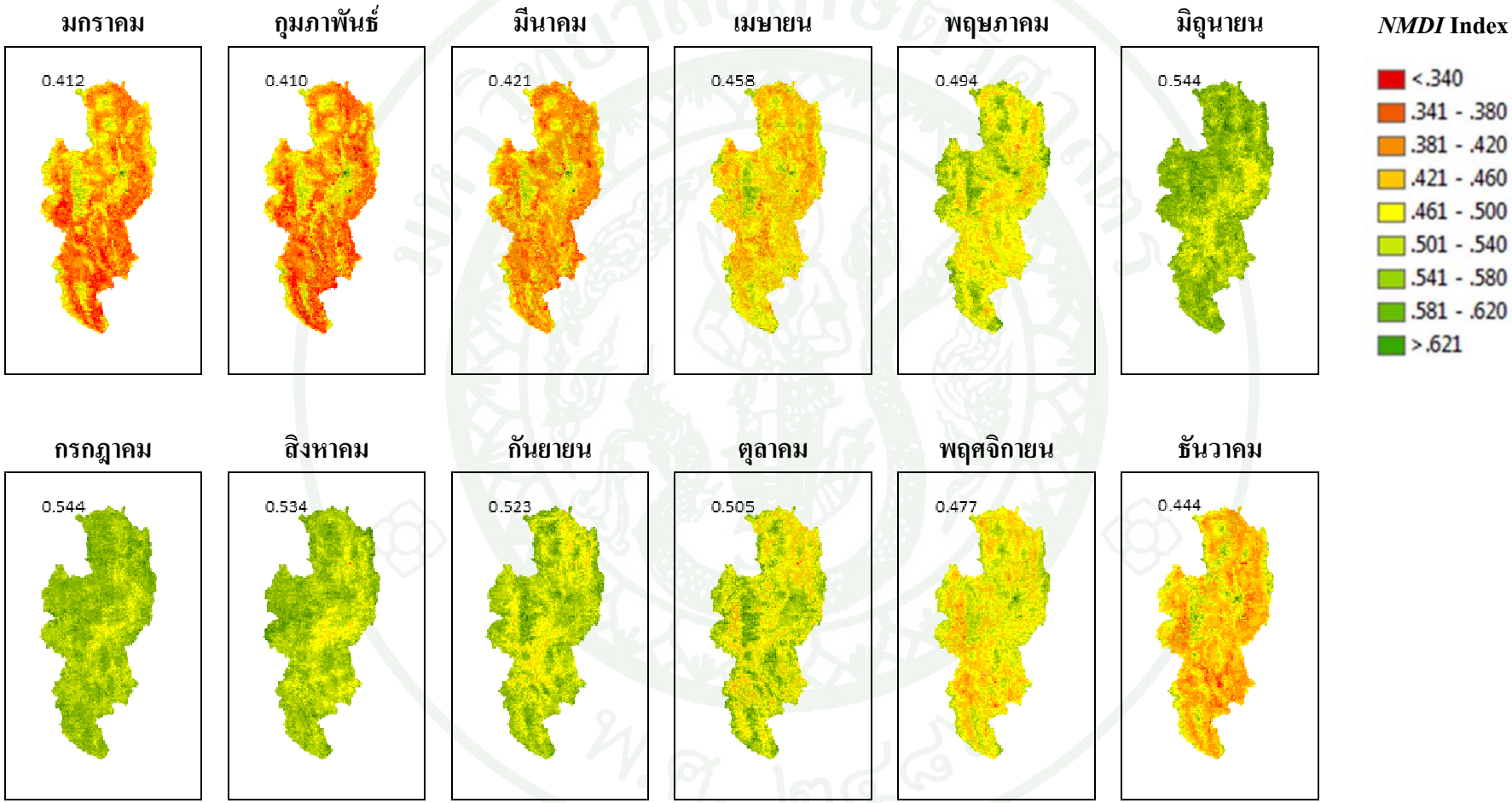
ภาพผนวกที่ ข4 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2548



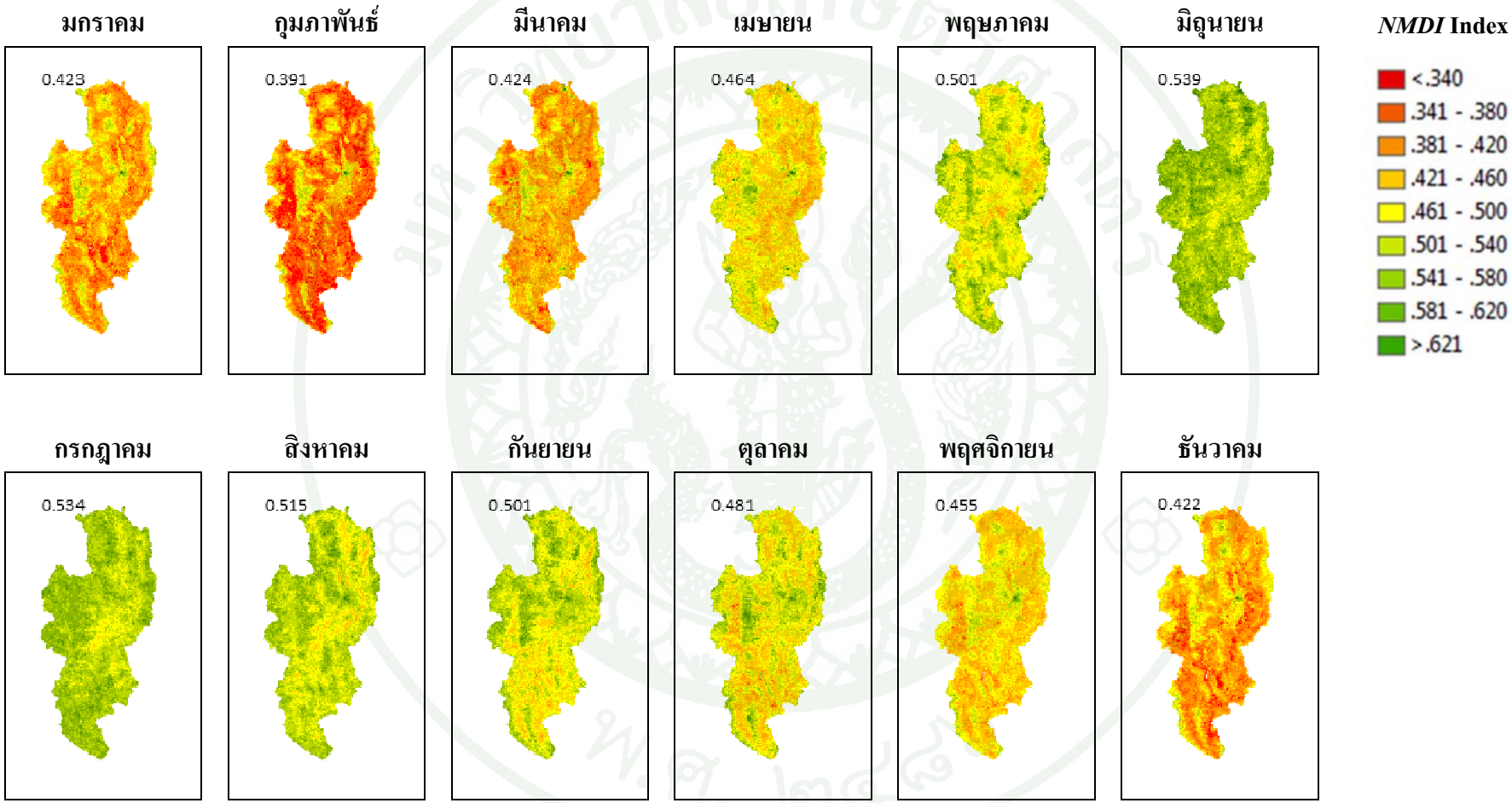
ภาพผนวกที่ ข5 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2549



ภาพผนวกที่ ข6 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2550



ภาพผนวกที่ ข7 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2551



ภาพผนวกที่ ข8 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2552

ตารางผนวกที่ ข1 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2545

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.408 (9)	0.392 (11)	0.425 (12)	0.451 (8)	0.493 (2)	0.550 (8)	0.561 (5)	0.523 (14)	0.489 (14)	0.474 (13)	0.457 (14)	0.451 (11)	0.473
แม่งัด	0.421 (7)	0.406 (7)	0.420 (14)	0.449 (10)	0.474 (10)	0.554 (5)	0.561 (6)	0.531 (13)	0.508 (13)	0.481 (10)	0.460 (13)	0.462 (8)	0.477
แม่แตง	0.438 (2)	0.423 (3)	0.423 (13)	0.453 (6)	0.502 (1)	0.563 (1)	0.569 (1)	0.538 (11)	0.509 (12)	0.493 (3)	0.476 (6)	0.467 (5)	0.488
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.435 (4)	0.435 (1)	0.451 (1)	0.468 (1)	0.477 (8)	0.534 (14)	0.538 (14)	0.536 (12)	0.511 (11)	0.493 (4)	0.483 (3)	0.464 (6)	0.485
แม่ริม	0.432 (6)	0.422 (4)	0.428 (9)	0.454 (4)	0.480 (6)	0.552 (7)	0.560 (8)	0.541 (9)	0.512 (10)	0.496 (2)	0.484 (2)	0.471 (2)	0.486
แม่กวง	0.409 (8)	0.403 (8)	0.431 (7)	0.451 (7)	0.472 (11)	0.537 (13)	0.542 (13)	0.548 (4)	0.514 (9)	0.491 (5)	0.470 (8)	0.450 (12)	0.476
แม่งาน	0.435 (3)	0.418 (6)	0.428 (10)	0.447 (12)	0.479 (7)	0.555 (4)	0.558 (9)	0.541 (10)	0.522 (4)	0.486 (8)	0.480 (4)	0.469 (4)	0.485
แม่ลี้	0.390 (12)	0.389 (13)	0.434 (6)	0.449 (11)	0.470 (14)	0.537 (12)	0.556 (10)	0.542 (8)	0.514 (8)	0.481 (9)	0.469 (9)	0.471 (3)	0.475
แม่กลาง	0.446 (1)	0.433 (2)	0.451 (2)	0.465 (2)	0.492 (3)	0.556 (3)	0.554 (11)	0.542 (7)	0.537 (1)	0.502 (1)	0.494 (1)	0.480 (1)	0.496
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.382 (13)	0.389 (12)	0.436 (5)	0.441 (13)	0.472 (12)	0.541 (11)	0.562 (4)	0.548 (5)	0.519 (6)	0.472 (14)	0.462 (11)	0.449 (13)	0.473
แม่แจ่มตอนบน	0.435 (5)	0.419 (5)	0.426 (11)	0.453 (5)	0.488 (4)	0.552 (6)	0.560 (7)	0.547 (6)	0.531 (3)	0.489 (6)	0.478 (5)	0.462 (7)	0.487
แม่แจ่มตอนล่าง	0.394 (11)	0.400 (9)	0.437 (4)	0.457 (3)	0.476 (9)	0.547 (9)	0.553 (12)	0.556 (1)	0.521 (5)	0.479 (11)	0.467 (10)	0.445 (14)	0.478
แม่หาด	0.369 (14)	0.389 (14)	0.429 (8)	0.440 (14)	0.471 (13)	0.547 (10)	0.567 (2)	0.555 (2)	0.517 (7)	0.478 (12)	0.462 (12)	0.453 (10)	0.473
แม่ตื่น	0.399 (10)	0.396 (10)	0.441 (3)	0.449 (9)	0.488 (5)	0.558 (2)	0.564 (3)	0.549 (3)	0.533 (2)	0.487 (7)	0.472 (7)	0.453 (9)	0.482
ค่าเฉลี่ย	0.410	0.405	0.433	0.451	0.481	0.548	0.557	0.543	0.517	0.484	0.471	0.458	0.481
ค่าสูงสุด	0.446	0.435	0.451	0.468	0.502	0.563	0.569	0.556	0.537	0.502	0.494	0.480	0.496
ค่าต่ำสุด	0.369	0.389	0.420	0.440	0.470	0.534	0.538	0.523	0.489	0.472	0.457	0.445	0.473

ตารางผนวกที่ ข2 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2546

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.432 (11)	0.401 (9)	0.413 (14)	0.447 (7)	0.485 (9)	0.540 (7)	0.527 (11)	0.523 (12)	0.509 (14)	0.480 (14)	0.460 (8)	0.438 (8)	0.471
แม่งัด	0.445 (7)	0.415 (7)	0.424 (7)	0.442 (14)	0.479 (12)	0.537 (9)	0.519 (12)	0.526 (8)	0.511 (13)	0.493 (11)	0.462 (7)	0.452 (5)	0.475
แม่แตง	0.465 (2)	0.434 (2)	0.434 (3)	0.448 (6)	0.500 (2)	0.553 (3)	0.550 (3)	0.550 (1)	0.541 (2)	0.502 (7)	0.470 (2)	0.459 (2)	0.492
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.454 (6)	0.434 (3)	0.447 (1)	0.462 (1)	0.482 (10)	0.519 (14)	0.531 (9)	0.512 (14)	0.518 (11)	0.498 (9)	0.469 (4)	0.444 (7)	0.481
แม่ริม	0.454 (5)	0.426 (5)	0.434 (4)	0.446 (11)	0.491 (7)	0.539 (8)	0.551 (2)	0.539 (5)	0.523 (10)	0.506 (3)	0.475 (1)	0.455 (3)	0.486
แม่กวง	0.440 (8)	0.406 (8)	0.420 (9)	0.446 (10)	0.473 (14)	0.527 (12)	0.532 (8)	0.524 (9)	0.524 (9)	0.501 (8)	0.458 (9)	0.427 (10)	0.473
แม่งาน	0.460 (4)	0.426 (6)	0.428 (6)	0.447 (8)	0.496 (5)	0.546 (6)	0.544 (4)	0.537 (7)	0.538 (3)	0.505 (4)	0.466 (5)	0.453 (4)	0.487
แม่ลี้	0.426 (13)	0.383 (12)	0.419 (10)	0.458 (2)	0.485 (8)	0.528 (11)	0.527 (10)	0.524 (11)	0.530 (7)	0.503 (5)	0.436 (13)	0.406 (13)	0.469
แม่กลาง	0.474 (1)	0.436 (1)	0.446 (2)	0.457 (3)	0.498 (4)	0.552 (4)	0.540 (7)	0.537 (6)	0.533 (4)	0.515 (1)	0.470 (3)	0.460 (1)	0.493
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.428 (12)	0.380 (13)	0.413 (13)	0.444 (12)	0.481 (11)	0.535 (10)	0.517 (13)	0.521 (13)	0.526 (8)	0.486 (13)	0.436 (14)	0.411 (12)	0.465
แม่แจ่มตอนบน	0.461 (3)	0.432 (4)	0.432 (5)	0.446 (9)	0.500 (1)	0.560 (1)	0.562 (1)	0.546 (3)	0.531 (5)	0.507 (2)	0.465 (6)	0.452 (6)	0.491
แม่แจ่มตอนล่าง	0.437 (10)	0.398 (10)	0.415 (11)	0.449 (5)	0.499 (3)	0.546 (5)	0.543 (5)	0.542 (4)	0.531 (6)	0.492 (12)	0.442 (12)	0.414 (11)	0.476
แม่หาด	0.424 (14)	0.367 (14)	0.414 (12)	0.444 (13)	0.477 (13)	0.521 (13)	0.505 (14)	0.524 (10)	0.516 (12)	0.497 (10)	0.442 (11)	0.400 (14)	0.461
แม่ตื่น	0.440 (9)	0.396 (11)	0.421 (8)	0.453 (4)	0.494 (6)	0.555 (2)	0.542 (6)	0.548 (2)	0.543 (1)	0.503 (6)	0.453 (10)	0.435 (9)	0.482
ค่าเฉลี่ย	0.443	0.407	0.424	0.449	0.488	0.541	0.535	0.533	0.528	0.498	0.455	0.433	0.479
ค่าสูงสุด	0.474	0.436	0.447	0.462	0.500	0.560	0.562	0.550	0.543	0.515	0.475	0.460	0.493
ค่าต่ำสุด	0.424	0.367	0.413	0.442	0.473	0.519	0.505	0.512	0.509	0.480	0.436	0.400	0.461

ตารางผนวกที่ ข3 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2547

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.412 (8)	0.404 (14)	0.433 (13)	0.461 (6)	0.478 (5)	0.522 (10)	0.555 (8)	0.545 (5)	0.507 (14)	0.466 (14)	0.445 (10)	0.428 (8)	0.471
แม่งัด	0.426 (5)	0.415 (11)	0.434 (11)	0.453 (13)	0.470 (10)	0.519 (12)	0.543 (13)	0.548 (4)	0.510 (12)	0.475 (9)	0.450 (7)	0.436 (7)	0.473
แม่แตง	0.431 (3)	0.421 (6)	0.434 (12)	0.456 (10)	0.499 (1)	0.533 (5)	0.569 (1)	0.556 (2)	0.522 (5)	0.494 (1)	0.464 (6)	0.449 (3)	0.486
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.434 (1)	0.449 (1)	0.458 (2)	0.477 (1)	0.474 (8)	0.508 (14)	0.539 (14)	0.521 (14)	0.510 (13)	0.490 (3)	0.466 (4)	0.450 (2)	0.481
แม่ริม	0.431 (4)	0.432 (3)	0.439 (8)	0.457 (9)	0.475 (7)	0.524 (8)	0.560 (4)	0.542 (10)	0.513 (10)	0.489 (4)	0.467 (3)	0.449 (4)	0.481
แม่กวง	0.409 (9)	0.423 (5)	0.441 (7)	0.458 (8)	0.463 (11)	0.511 (13)	0.552 (11)	0.525 (13)	0.513 (9)	0.482 (7)	0.447 (8)	0.424 (9)	0.471
แม่งาน	0.425 (6)	0.418 (9)	0.434 (10)	0.450 (14)	0.476 (6)	0.528 (6)	0.560 (3)	0.541 (11)	0.519 (6)	0.479 (8)	0.468 (2)	0.445 (6)	0.479
แม่ลี้	0.392 (12)	0.420 (7)	0.451 (3)	0.463 (5)	0.462 (12)	0.523 (9)	0.55 (12)	0.544 (7)	0.524 (4)	0.468 (12)	0.433 (11)	0.409 (11)	0.470
แม่กลาง	0.432 (2)	0.445 (2)	0.460 (1)	0.470 (3)	0.489 (3)	0.536 (2)	0.556 (7)	0.541 (12)	0.527 (3)	0.494 (2)	0.482 (1)	0.456 (1)	0.491
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.386 (13)	0.418 (8)	0.444 (4)	0.461 (7)	0.452 (14)	0.521 (11)	0.554 (9)	0.543 (8)	0.511 (11)	0.470 (10)	0.427 (13)	0.397 (13)	0.465
แม่แจ่มตอนบน	0.425 (7)	0.415 (10)	0.429 (14)	0.454 (12)	0.492 (2)	0.535 (4)	0.559 (5)	0.552 (3)	0.527 (2)	0.488 (5)	0.464 (5)	0.447 (5)	0.482
แม่แจ่มตอนล่าง	0.400 (10)	0.425 (4)	0.442 (5)	0.474 (2)	0.478 (4)	0.536 (3)	0.557 (6)	0.543 (9)	0.516 (8)	0.470 (11)	0.429 (12)	0.406 (12)	0.473
แม่หาด	0.380 (14)	0.408 (13)	0.435 (9)	0.455 (11)	0.459 (13)	0.526 (7)	0.552 (10)	0.544 (6)	0.517 (7)	0.467 (13)	0.419 (14)	0.380 (14)	0.462
แม่ตื่น	0.399 (11)	0.410 (12)	0.441 (6)	0.466 (4)	0.472 (9)	0.539 (1)	0.565 (2)	0.561 (1)	0.528 (1)	0.487 (6)	0.445 (9)	0.422 (10)	0.478
ค่าเฉลี่ย	0.410	0.420	0.441	0.461	0.473	0.526	0.556	0.544	0.518	0.479	0.448	0.426	0.476
ค่าสูงสุด	0.434	0.449	0.460	0.477	0.499	0.539	0.569	0.561	0.528	0.494	0.482	0.456	0.491
ค่าต่ำสุด	0.380	0.404	0.429	0.450	0.452	0.508	0.539	0.521	0.507	0.466	0.419	0.380	0.462

ตารางผนวกที่ ข4 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2548

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.397 (11)	0.400 (14)	0.435 (9)	0.465 (2)	0.479 (4)	0.549 (5)	0.536 (8)	0.540 (11)	0.505 (12)	0.481 (14)	0.453 (14)	0.434 (12)	0.473
แม่งัด	0.413 (7)	0.407 (13)	0.425 (14)	0.450 (11)	0.468 (10)	0.551 (3)	0.531 (9)	0.546 (6)	0.525 (3)	0.486 (13)	0.463 (13)	0.441 (8)	0.476
แม่แตง	0.429 (2)	0.420 (8)	0.434 (10)	0.456 (8)	0.483 (3)	0.557 (1)	0.549 (2)	0.549 (4)	0.524 (5)	0.515 (4)	0.472 (8)	0.452 (3)	0.487
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.428 (3)	0.444 (2)	0.448 (3)	0.467 (1)	0.471 (8)	0.523 (13)	0.513 (13)	0.535 (14)	0.506 (11)	0.495 (11)	0.474 (7)	0.453 (2)	0.480
แม่ริม	0.426 (4)	0.427 (6)	0.437 (8)	0.457 (6)	0.477 (6)	0.546 (8)	0.544 (4)	0.541 (9)	0.507 (10)	0.503 (6)	0.474 (6)	0.449 (6)	0.482
แม่กวง	0.399 (9)	0.415 (9)	0.428 (13)	0.456 (7)	0.464 (12)	0.526 (11)	0.527 (10)	0.545 (7)	0.530 (1)	0.498 (10)	0.469 (11)	0.437 (10)	0.475
แม่งาน	0.424 (6)	0.413 (12)	0.432 (11)	0.451 (10)	0.479 (5)	0.544 (9)	0.546 (3)	0.540 (10)	0.521 (6)	0.516 (3)	0.477 (5)	0.450 (4)	0.483
แม่ลี้	0.381 (12)	0.424 (7)	0.438 (7)	0.460 (3)	0.467 (11)	0.525 (12)	0.515 (12)	0.556 (2)	0.513 (8)	0.500 (8)	0.479 (4)	0.431 (13)	0.474
แม่กลาง	0.434 (1)	0.447 (1)	0.456 (1)	0.459 (4)	0.490 (1)	0.548 (6)	0.537 (6)	0.535 (13)	0.513 (7)	0.525 (2)	0.491 (1)	0.471 (1)	0.492
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.381 (13)	0.435 (3)	0.444 (4)	0.449 (13)	0.464 (13)	0.530 (10)	0.520 (11)	0.547 (5)	0.498 (13)	0.494 (12)	0.472 (9)	0.437 (9)	0.473
แม่แจ่มตอนบน	0.424 (5)	0.414 (11)	0.431 (12)	0.448 (14)	0.476 (7)	0.550 (4)	0.551 (1)	0.537 (12)	0.528 (2)	0.528 (1)	0.471 (10)	0.450 (5)	0.484
แม่แจ่มตอนล่าง	0.404 (8)	0.432 (4)	0.449 (2)	0.457 (5)	0.468 (9)	0.547 (7)	0.537 (7)	0.543 (8)	0.512 (9)	0.498 (9)	0.465 (12)	0.435 (11)	0.479
แม่หาด	0.372 (14)	0.430 (5)	0.438 (6)	0.450 (12)	0.453 (14)	0.519 (14)	0.512 (14)	0.553 (3)	0.494 (14)	0.500 (7)	0.482 (3)	0.427 (14)	0.469
แม่ตื่น	0.397 (10)	0.415 (10)	0.441 (5)	0.451 (9)	0.484 (2)	0.552 (2)	0.538 (5)	0.557 (1)	0.524 (4)	0.505 (5)	0.489 (2)	0.442 (7)	0.483
ค่าเฉลี่ย	0.405	0.421	0.438	0.455	0.473	0.541	0.533	0.546	0.516	0.502	0.473	0.442	0.479
ค่าสูงสุด	0.434	0.447	0.456	0.467	0.490	0.557	0.551	0.557	0.530	0.528	0.491	0.471	0.492
ค่าต่ำสุด	0.372	0.400	0.425	0.448	0.453	0.519	0.512	0.535	0.494	0.481	0.453	0.427	0.469

ตารางผนวกที่ ข5 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2549

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.413 (9)	0.395 (10)	0.413 (13)	0.457 (10)	0.509 (8)	0.544 (5)	0.547 (8)	0.540 (10)	0.493 (14)	0.483 (12)	0.447 (9)	0.438 (8)	0.473
แม่งัด	0.430 (7)	0.416 (7)	0.421 (10)	0.465 (8)	0.508 (9)	0.540 (9)	0.546 (9)	0.544 (6)	0.506 (9)	0.489 (11)	0.453 (7)	0.449 (6)	0.480
แม่แตง	0.438 (2)	0.429 (3)	0.433 (3)	0.466 (6)	0.520 (2)	0.555 (1)	0.571 (1)	0.558 (1)	0.513 (4)	0.503 (3)	0.464 (2)	0.459 (2)	0.492
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.437 (4)	0.433 (2)	0.447 (2)	0.467 (4)	0.503 (11)	0.532 (13)	0.541 (12)	0.532 (11)	0.501 (12)	0.494 (7)	0.459 (5)	0.444 (7)	0.482
แม่ริม	0.438 (3)	0.425 (5)	0.432 (5)	0.465 (7)	0.519 (3)	0.545 (3)	0.569 (3)	0.544 (7)	0.504 (10)	0.497 (4)	0.460 (4)	0.451 (4)	0.487
แม่กวง	0.417 (8)	0.408 (8)	0.427 (7)	0.455 (11)	0.512 (7)	0.540 (8)	0.542 (11)	0.542 (8)	0.512 (5)	0.492 (9)	0.445 (10)	0.432 (10)	0.477
แม่งาน	0.431 (6)	0.419 (6)	0.429 (6)	0.469 (3)	0.514 (6)	0.543 (7)	0.560 (5)	0.546 (5)	0.507 (8)	0.497 (5)	0.455 (6)	0.450 (5)	0.485
แม่ลี้	0.392 (13)	0.387 (12)	0.432 (4)	0.446 (12)	0.496 (13)	0.534 (12)	0.545 (10)	0.523 (14)	0.510 (6)	0.491 (10)	0.434 (13)	0.419 (12)	0.467
แม่กลาง	0.441 (1)	0.434 (1)	0.448 (1)	0.479 (2)	0.519 (4)	0.543 (6)	0.564 (4)	0.556 (3)	0.509 (7)	0.503 (2)	0.468 (1)	0.466 (1)	0.494
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.395 (12)	0.378 (13)	0.413 (14)	0.446 (13)	0.500 (12)	0.530 (14)	0.538 (13)	0.523 (13)	0.494 (13)	0.479 (14)	0.436 (12)	0.419 (13)	0.463
แม่แจ่มตอนบน	0.436 (5)	0.426 (4)	0.423 (9)	0.466 (5)	0.515 (5)	0.545 (4)	0.569 (2)	0.558 (2)	0.518 (2)	0.506 (1)	0.464 (3)	0.453 (3)	0.490
แม่แจ่มตอนล่าง	0.402 (11)	0.391 (11)	0.418 (12)	0.462 (9)	0.508 (10)	0.534 (11)	0.549 (7)	0.542 (9)	0.504 (11)	0.482 (13)	0.439 (11)	0.421 (11)	0.471
แม่หาด	0.374 (14)	0.374 (14)	0.419 (11)	0.428 (14)	0.490 (14)	0.538 (10)	0.529 (14)	0.525 (12)	0.514 (3)	0.492 (8)	0.431 (14)	0.405 (14)	0.460
แม่ตื่น	0.413 (10)	0.397 (9)	0.426 (8)	0.479 (1)	0.520 (1)	0.546 (2)	0.551 (6)	0.546 (4)	0.519 (1)	0.494 (6)	0.449 (8)	0.437 (9)	0.481
ค่าเฉลี่ย	0.416	0.405	0.426	0.461	0.510	0.540	0.550	0.541	0.508	0.492	0.449	0.437	0.479
ค่าสูงสุด	0.441	0.434	0.448	0.479	0.520	0.555	0.571	0.558	0.519	0.506	0.468	0.466	0.494
ค่าต่ำสุด	0.374	0.374	0.413	0.428	0.490	0.530	0.529	0.523	0.493	0.479	0.431	0.405	0.460

ตารางผนวกที่ ข6 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2550

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.415 (9)	0.401 (13)	0.433 (13)	0.454 (9)	0.518 (7)	0.529 (10)	0.54 (11)	0.516 (12)	0.504 (14)	0.462 (14)	0.454 (9)	0.458 (9)	0.474
แม่งัด	0.433 (7)	0.413 (8)	0.427 (14)	0.444 (14)	0.519 (6)	0.537 (5)	0.544 (9)	0.519 (11)	0.516 (12)	0.471 (12)	0.455 (8)	0.466 (6)	0.479
แม่แตง	0.44 (2)	0.426 (3)	0.439 (11)	0.456 (8)	0.530 (3)	0.541 (2)	0.557 (4)	0.534 (6)	0.526 (8)	0.475 (9)	0.470 (3)	0.479 (3)	0.489
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.437 (3)	0.434 (2)	0.451 (6)	0.463 (4)	0.505 (11)	0.520 (13)	0.537 (14)	0.509 (14)	0.518 (11)	0.490 (3)	0.471 (2)	0.462 (8)	0.483
แม่ริม	0.435 (5)	0.423 (4)	0.434 (12)	0.459 (6)	0.533 (2)	0.534 (6)	0.557 (3)	0.526 (7)	0.527 (7)	0.482 (7)	0.469 (4)	0.471 (5)	0.488
แม่กวง	0.421 (8)	0.415 (7)	0.440 (9)	0.453 (11)	0.513 (8)	0.531 (7)	0.543 (10)	0.525 (9)	0.531 (5)	0.484 (6)	0.454 (10)	0.449 (11)	0.480
แม่งาน	0.433 (6)	0.419 (6)	0.440 (10)	0.457 (7)	0.523 (5)	0.538 (4)	0.560 (2)	0.535 (3)	0.529 (6)	0.485 (5)	0.466 (7)	0.472 (4)	0.488
แม่ลี้	0.397 (11)	0.407 (9)	0.459 (2)	0.463 (5)	0.499 (12)	0.524 (11)	0.538 (13)	0.526 (8)	0.520 (9)	0.473 (11)	0.444 (12)	0.446 (12)	0.475
แม่กลาง	0.443 (1)	0.441 (1)	0.471 (1)	0.481 (1)	0.529 (4)	0.529 (9)	0.561 (1)	0.534 (4)	0.533 (3)	0.496 (2)	0.479 (1)	0.482 (1)	0.498
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.39 (13)	0.404 (11)	0.455 (4)	0.453 (12)	0.482 (13)	0.52 (14)	0.546 (7)	0.520 (10)	0.519 (10)	0.475 (10)	0.443 (13)	0.444 (13)	0.471
แม่แจ่มตอนบน	0.436 (4)	0.422 (5)	0.443 (8)	0.453 (10)	0.538 (1)	0.540 (3)	0.552 (5)	0.548 (1)	0.550 (1)	0.481 (8)	0.469 (5)	0.479 (2)	0.493
แม่แจ่มตอนล่าง	0.397 (12)	0.400 (14)	0.451 (5)	0.465 (2)	0.510 (10)	0.531 (8)	0.549 (6)	0.534 (5)	0.532 (4)	0.468 (13)	0.449 (11)	0.454 (10)	0.478
แม่หาด	0.382 (14)	0.405 (10)	0.449 (7)	0.446 (13)	0.479 (14)	0.524 (12)	0.539 (12)	0.515 (13)	0.512 (13)	0.488 (4)	0.443 (14)	0.439 (14)	0.469
แม่ตื่น	0.408 (10)	0.402 (12)	0.458 (3)	0.465 (3)	0.512 (9)	0.545 (1)	0.545 (8)	0.543 (2)	0.545 (2)	0.501 (1)	0.466 (6)	0.464 (7)	0.488
ค่าเฉลี่ย	0.416	0.412	0.447	0.458	0.512	0.532	0.547	0.529	0.528	0.480	0.458	0.460	0.482
ค่าสูงสุด	0.443	0.441	0.471	0.481	0.538	0.545	0.561	0.548	0.550	0.501	0.479	0.482	0.498
ค่าต่ำสุด	0.382	0.400	0.427	0.444	0.479	0.520	0.537	0.509	0.504	0.462	0.443	0.439	0.469

ตารางผนวกที่ ข7 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2551

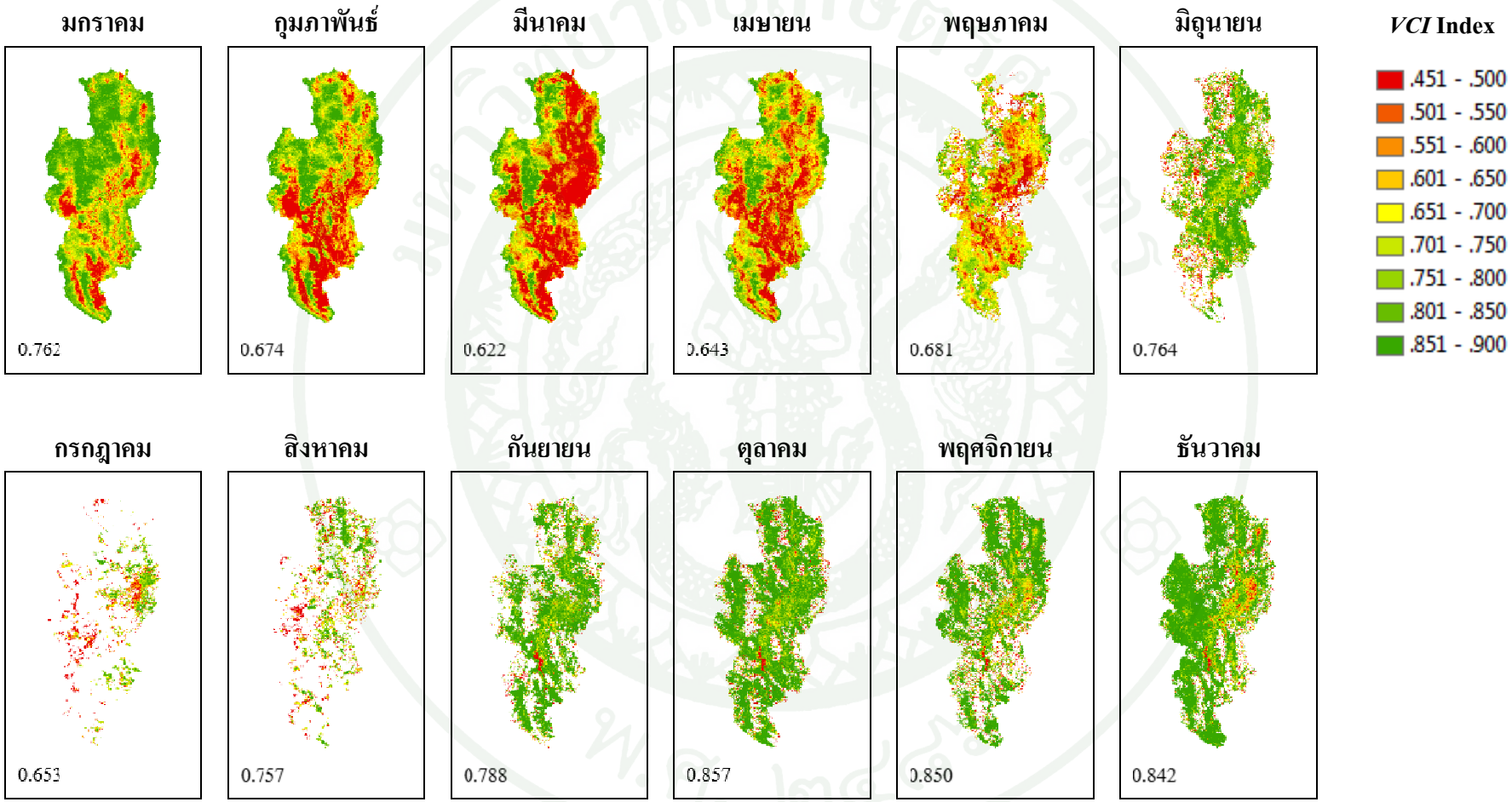
ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.410 (8)	0.399 (9)	0.412 (12)	0.448 (13)	0.491 (8)	0.555 (4)	0.546 (7)	0.532 (9)	0.508 (14)	0.479 (14)	0.469 (12)	0.437 (10)	0.474
แม่งัด	0.428 (7)	0.415 (7)	0.415 (11)	0.449 (12)	0.485 (10)	0.552 (6)	0.557 (2)	0.540 (6)	0.515 (11)	0.481 (13)	0.482 (4)	0.447 (8)	0.480
แม่แตง	0.440 (3)	0.432 (3)	0.428 (5)	0.459 (7)	0.503 (3)	0.560 (2)	0.559 (1)	0.545 (3)	0.535 (1)	0.501 (11)	0.482 (5)	0.462 (2)	0.492
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.431 (6)	0.441 (1)	0.441 (2)	0.458 (8)	0.483 (11)	0.529 (12)	0.529 (14)	0.515 (14)	0.516 (10)	0.502 (10)	0.489 (2)	0.453 (6)	0.482
แม่ริม	0.435 (5)	0.427 (5)	0.428 (6)	0.458 (9)	0.500 (7)	0.557 (3)	0.543 (8)	0.538 (8)	0.518 (9)	0.499 (12)	0.481 (6)	0.453 (5)	0.486
แม่กวง	0.405 (9)	0.410 (8)	0.420 (9)	0.447 (14)	0.485 (9)	0.525 (14)	0.535 (12)	0.521 (13)	0.527 (5)	0.506 (6)	0.492 (1)	0.437 (11)	0.476
แม่งาน	0.435 (4)	0.426 (6)	0.426 (7)	0.463 (5)	0.501 (6)	0.553 (5)	0.551 (5)	0.541 (4)	0.523 (8)	0.504 (8)	0.480 (7)	0.458 (4)	0.488
แม่ลี้	0.387 (12)	0.394 (12)	0.416 (10)	0.461 (6)	0.481 (12)	0.535 (10)	0.534 (13)	0.524 (11)	0.524 (7)	0.502 (9)	0.476 (9)	0.425 (13)	0.472
แม่กลาง	0.447 (1)	0.438 (2)	0.443 (1)	0.476 (1)	0.503 (4)	0.551 (7)	0.553 (3)	0.540 (5)	0.532 (3)	0.524 (1)	0.487 (3)	0.476 (1)	0.497
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.384 (13)	0.387 (13)	0.407 (13)	0.450 (11)	0.479 (13)	0.530 (11)	0.538 (11)	0.525 (10)	0.510 (13)	0.509 (5)	0.463 (14)	0.430 (12)	0.468
แม่แจ่มตอนบน	0.440 (2)	0.429 (4)	0.429 (3)	0.465 (3)	0.521 (1)	0.560 (1)	0.553 (4)	0.555 (1)	0.528 (4)	0.517 (3)	0.479 (8)	0.459 (3)	0.495
แม่แจ่มตอนล่าง	0.395 (11)	0.398 (10)	0.428 (4)	0.463 (4)	0.502 (5)	0.549 (8)	0.542 (9)	0.551 (2)	0.526 (6)	0.505 (7)	0.465 (13)	0.437 (9)	0.480
แม่หาด	0.371 (14)	0.385 (14)	0.399 (14)	0.454 (10)	0.475 (14)	0.529 (13)	0.540 (10)	0.522 (12)	0.511 (12)	0.518 (2)	0.471 (11)	0.411 (14)	0.466
แม่ตื่น	0.405 (10)	0.398 (11)	0.420 (8)	0.470 (2)	0.506 (2)	0.549 (9)	0.548 (6)	0.538 (7)	0.534 (2)	0.517 (4)	0.474 (10)	0.447 (7)	0.484
ค่าเฉลี่ย	0.412	0.410	0.421	0.458	0.494	0.544	0.544	0.534	0.523	0.505	0.477	0.444	0.481
ค่าสูงสุด	0.447	0.441	0.443	0.476	0.521	0.560	0.559	0.555	0.535	0.524	0.492	0.476	0.497
ค่าต่ำสุด	0.371	0.385	0.399	0.447	0.475	0.525	0.529	0.515	0.508	0.479	0.463	0.411	0.466

ตารางผนวกที่ ข8 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *NMDI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2552

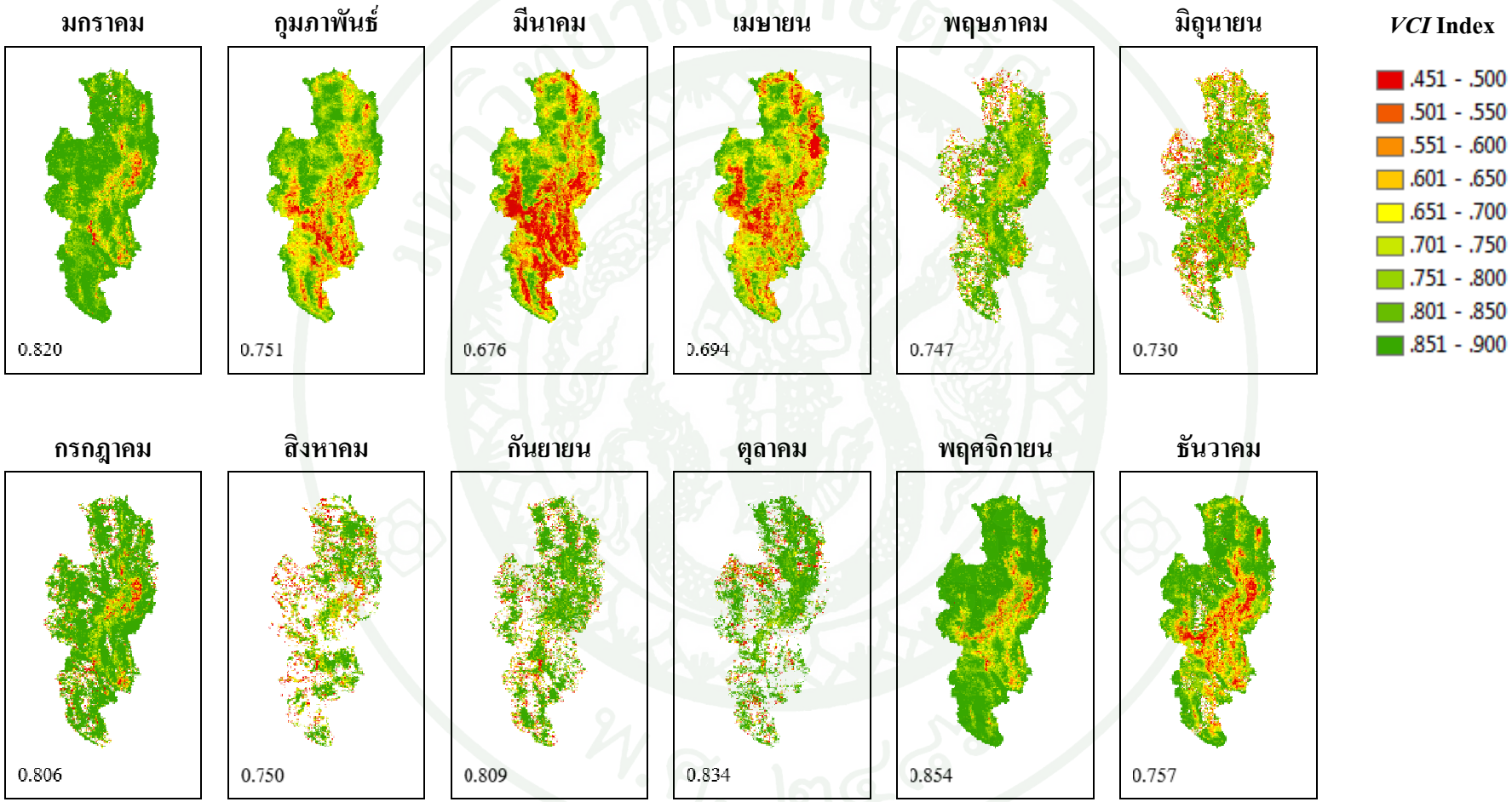
ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.412 (10)	0.378 (11)	0.419 (12)	0.458 (10)	0.501 (8)	0.538 (9)	0.528 (11)	0.504 (13)	0.501 (9)	0.473 (11)	0.446 (12)	0.422 (8)	0.465
แม่งัด	0.428 (7)	0.393 (7)	0.414 (14)	0.449 (13)	0.492 (13)	0.530 (12)	0.532 (8)	0.502 (14)	0.498 (11)	0.482 (9)	0.453 (9)	0.434 (7)	0.467
แม่แตง	0.443 (2)	0.412 (3)	0.421 (8)	0.463 (6)	0.492 (12)	0.541 (7)	0.541 (5)	0.526 (2)	0.523 (1)	0.484 (7)	0.460 (5)	0.448 (1)	0.480
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.439 (4)	0.416 (2)	0.437 (2)	0.459 (8)	0.515 (1)	0.528 (13)	0.511 (14)	0.505 (12)	0.504 (6)	0.495 (3)	0.469 (2)	0.436 (6)	0.476
แม่ริม	0.437 (6)	0.405 (6)	0.422 (7)	0.454 (12)	0.489 (14)	0.540 (8)	0.529 (10)	0.525 (3)	0.503 (8)	0.490 (5)	0.465 (3)	0.436 (5)	0.475
แม่กวง	0.423 (9)	0.393 (8)	0.420 (11)	0.448 (14)	0.501 (7)	0.530 (11)	0.525 (12)	0.505 (11)	0.503 (7)	0.496 (2)	0.453 (8)	0.412 (10)	0.467
แม่งาน	0.440 (3)	0.405 (5)	0.427 (5)	0.463 (5)	0.493 (11)	0.543 (6)	0.534 (7)	0.523 (6)	0.513 (3)	0.488 (6)	0.463 (4)	0.438 (4)	0.477
แม่ลี้	0.404 (13)	0.378 (12)	0.428 (4)	0.462 (7)	0.508 (5)	0.522 (14)	0.520 (13)	0.515 (9)	0.487 (12)	0.469 (12)	0.451 (10)	0.404 (12)	0.462
แม่กลาง	0.455 (1)	0.429 (1)	0.453 (1)	0.481 (2)	0.494 (10)	0.550 (2)	0.534 (6)	0.525 (5)	0.511 (4)	0.500 (1)	0.474 (1)	0.447 (2)	0.488
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.406 (12)	0.372 (14)	0.421 (10)	0.459 (9)	0.504 (6)	0.535 (10)	0.531 (9)	0.508 (10)	0.477 (14)	0.462 (14)	0.449 (11)	0.403 (13)	0.460
แม่แจ่มตอนบน	0.438 (5)	0.405 (4)	0.421 (9)	0.476 (4)	0.508 (3)	0.559 (1)	0.551 (1)	0.530 (1)	0.521 (2)	0.490 (4)	0.456 (7)	0.438 (3)	0.483
แม่แจ่มตอนล่าง	0.407 (11)	0.379 (10)	0.431 (3)	0.480 (3)	0.509 (2)	0.544 (5)	0.546 (2)	0.525 (4)	0.505 (5)	0.476 (10)	0.444 (14)	0.408 (11)	0.471
แม่หาด	0.375 (14)	0.372 (13)	0.415 (13)	0.456 (11)	0.508 (4)	0.544 (4)	0.544 (3)	0.517 (8)	0.48 (13)	0.466 (13)	0.445 (13)	0.393 (14)	0.460
แม่ตื่น	0.424 (8)	0.383 (9)	0.425 (6)	0.482 (1)	0.498 (9)	0.550 (3)	0.544 (4)	0.518 (7)	0.498 (10)	0.482 (8)	0.456 (6)	0.418 (9)	0.473
ค่าเฉลี่ย	0.423	0.391	0.424	0.464	0.501	0.539	0.534	0.515	0.501	0.481	0.455	0.422	0.472
ค่าสูงสุด	0.455	0.429	0.453	0.482	0.515	0.559	0.551	0.530	0.523	0.500	0.474	0.448	0.488
ค่าต่ำสุด	0.375	0.372	0.414	0.448	0.489	0.522	0.511	0.502	0.477	0.462	0.444	0.393	0.460

ภาคผนวก ค

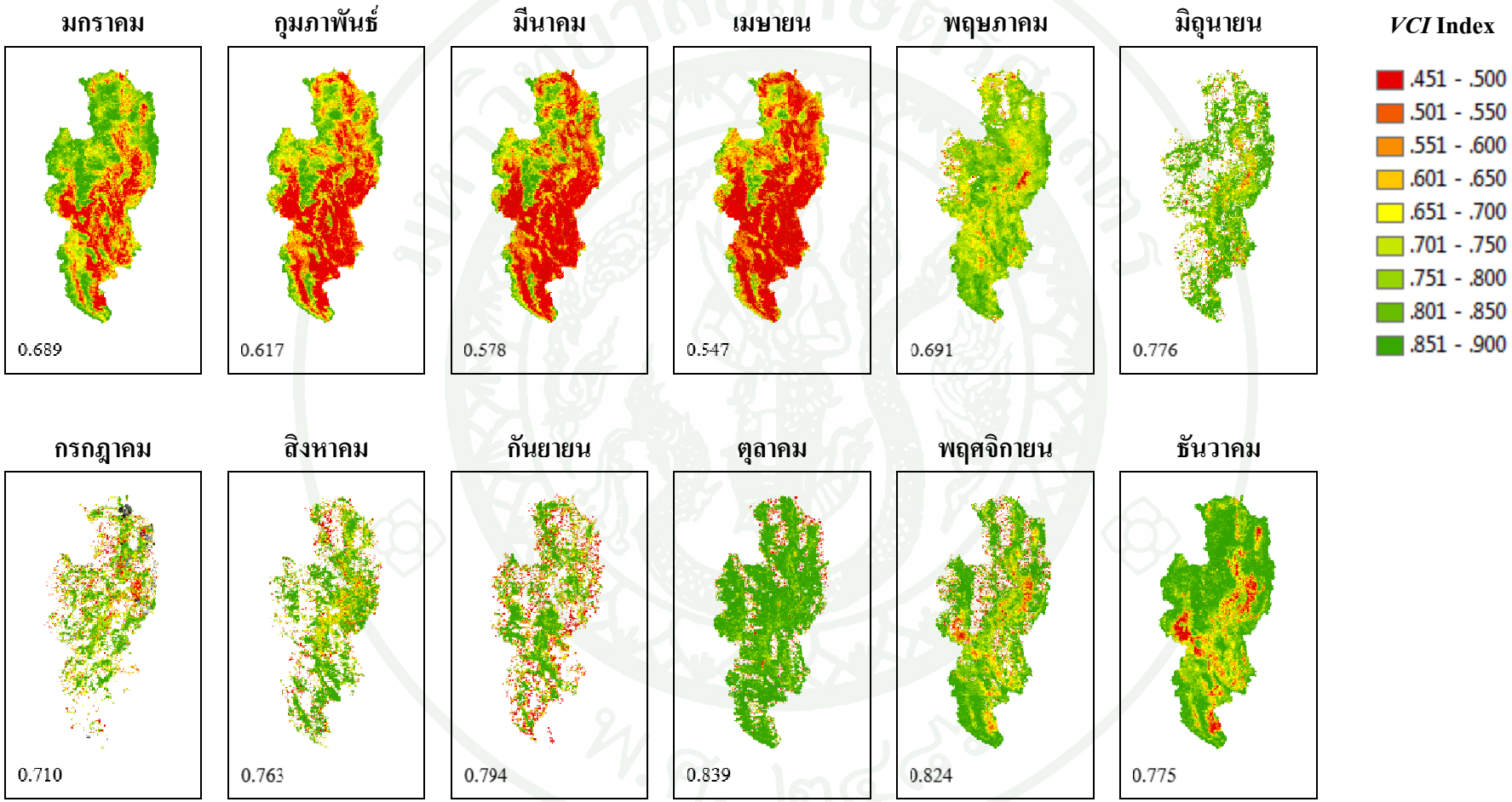
ผลการวิเคราะห์ดัชนี *VCI* ในลุ่มน้ำปิงตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2552



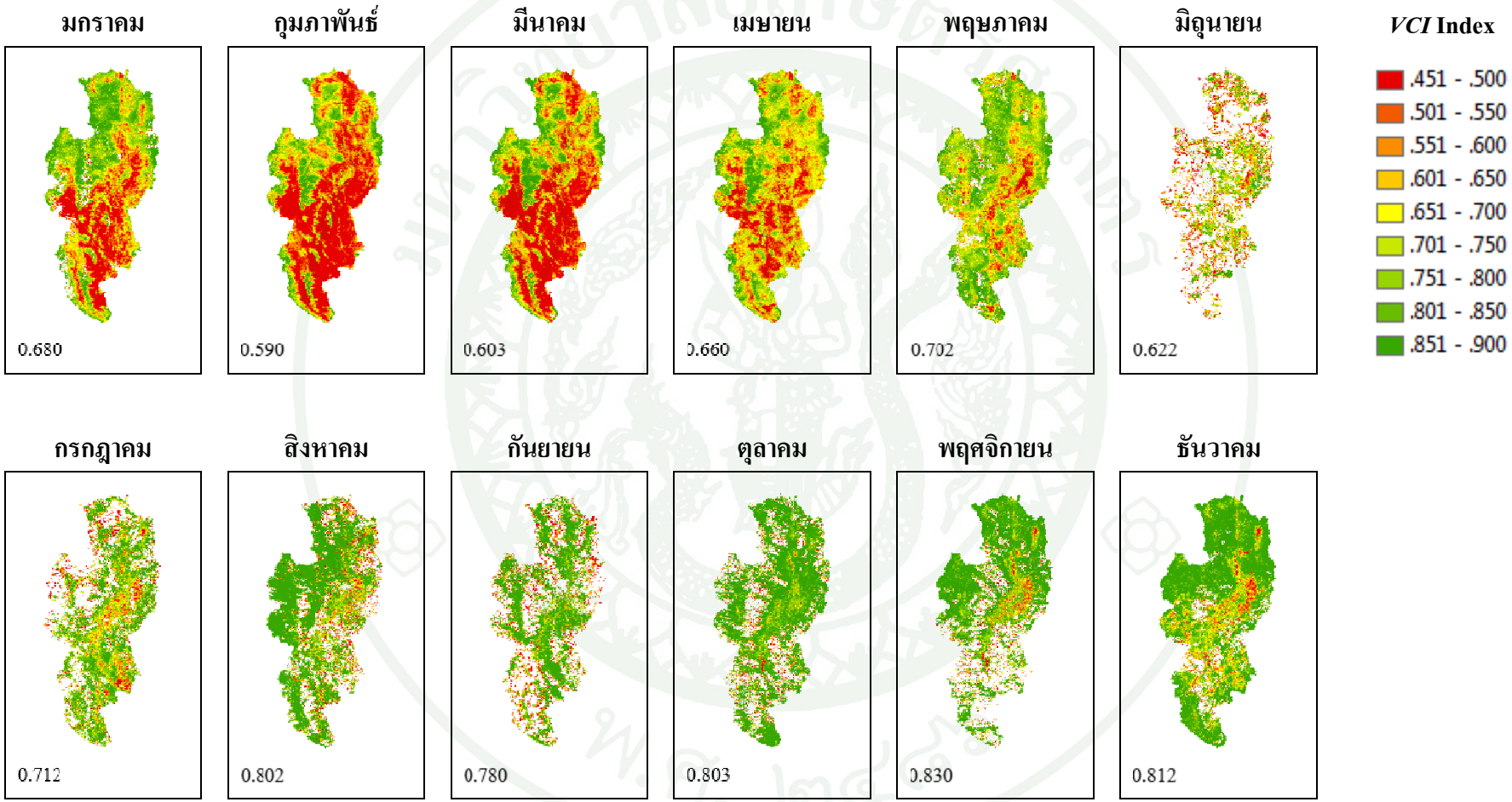
ภาพผนวกที่ ค1 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2545



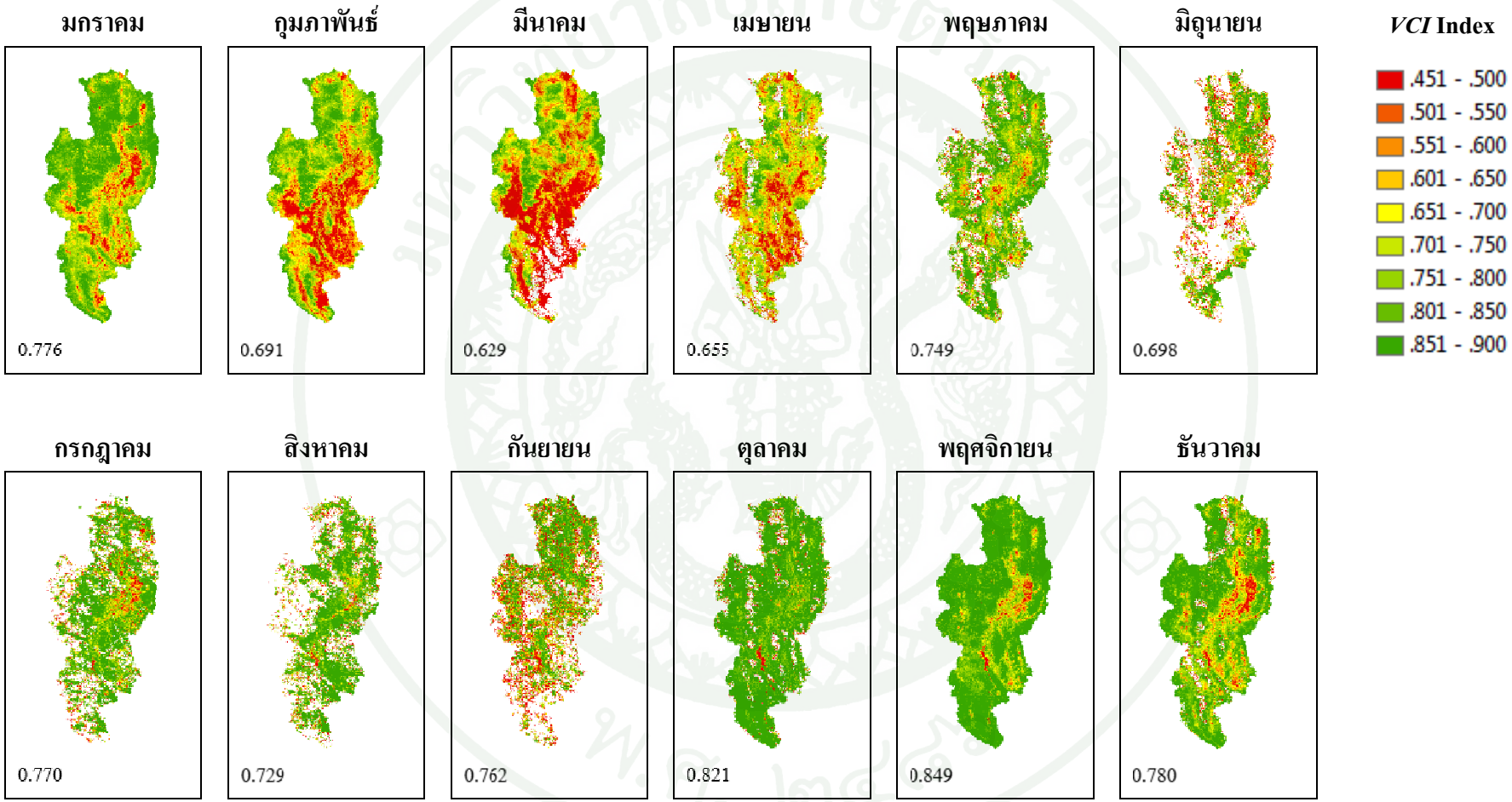
ภาพผนวกที่ ค2 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2546



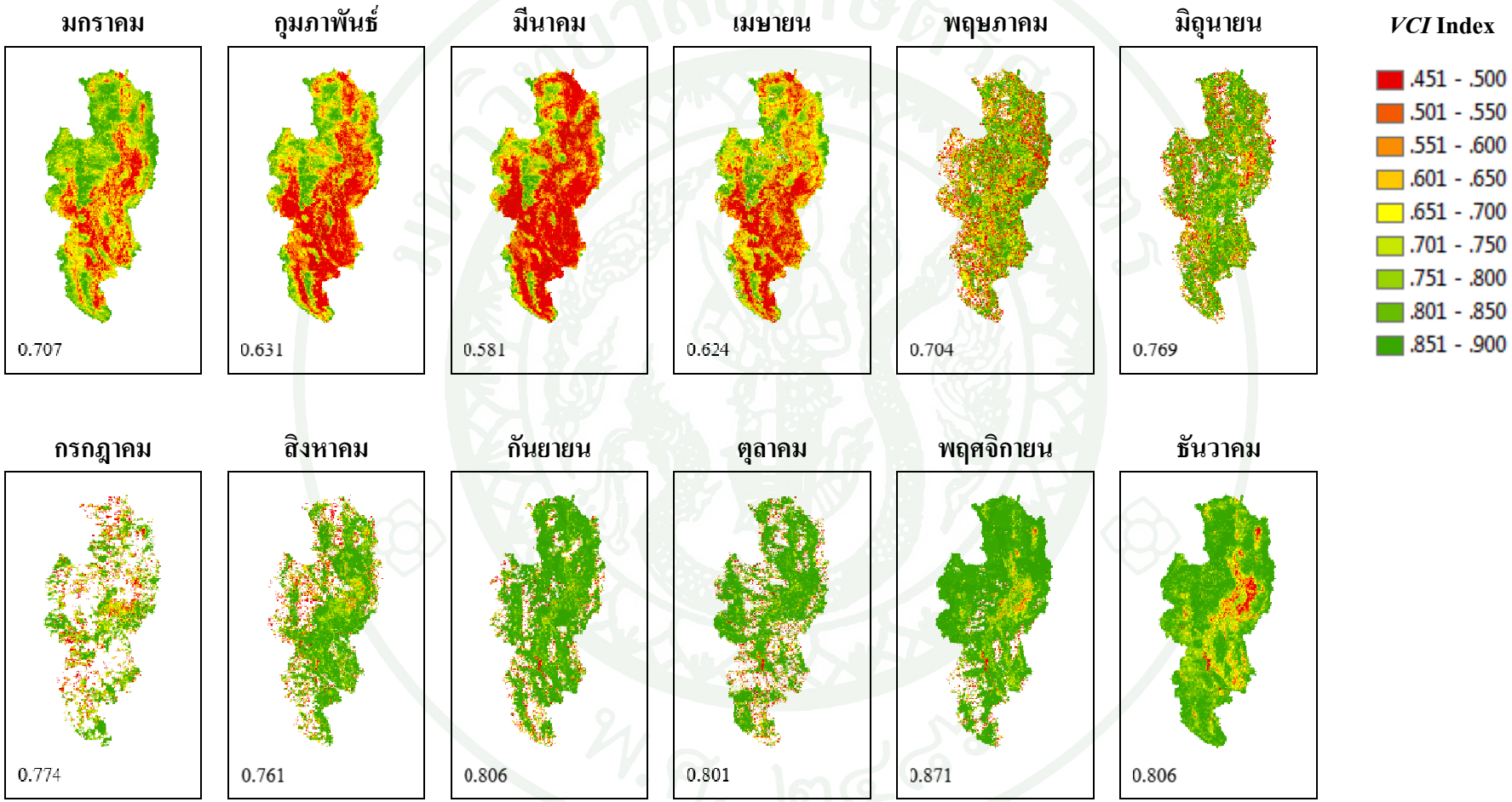
ภาพผนวกที่ ค3 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2547



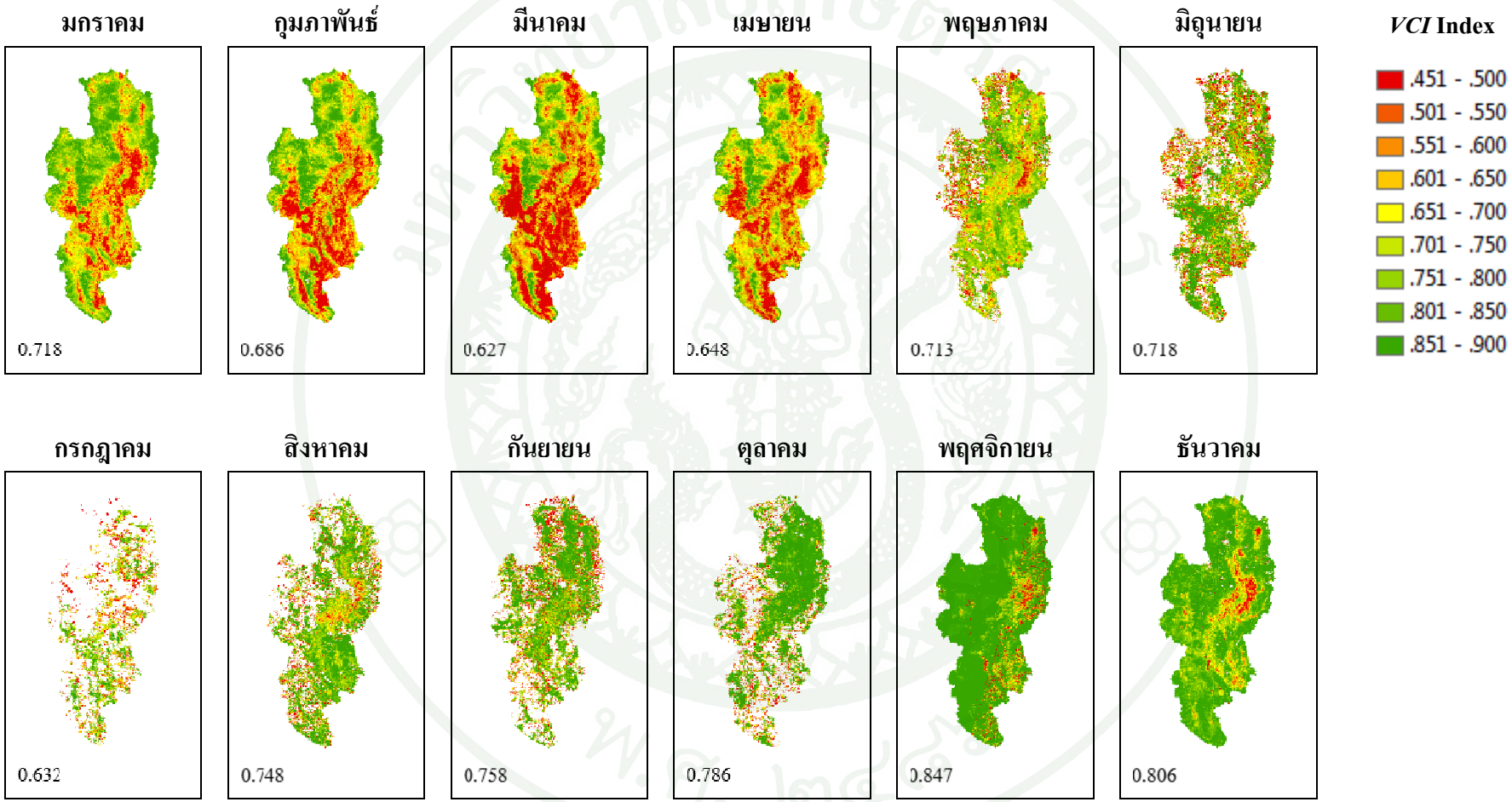
ภาพผนวกที่ ค4 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2548



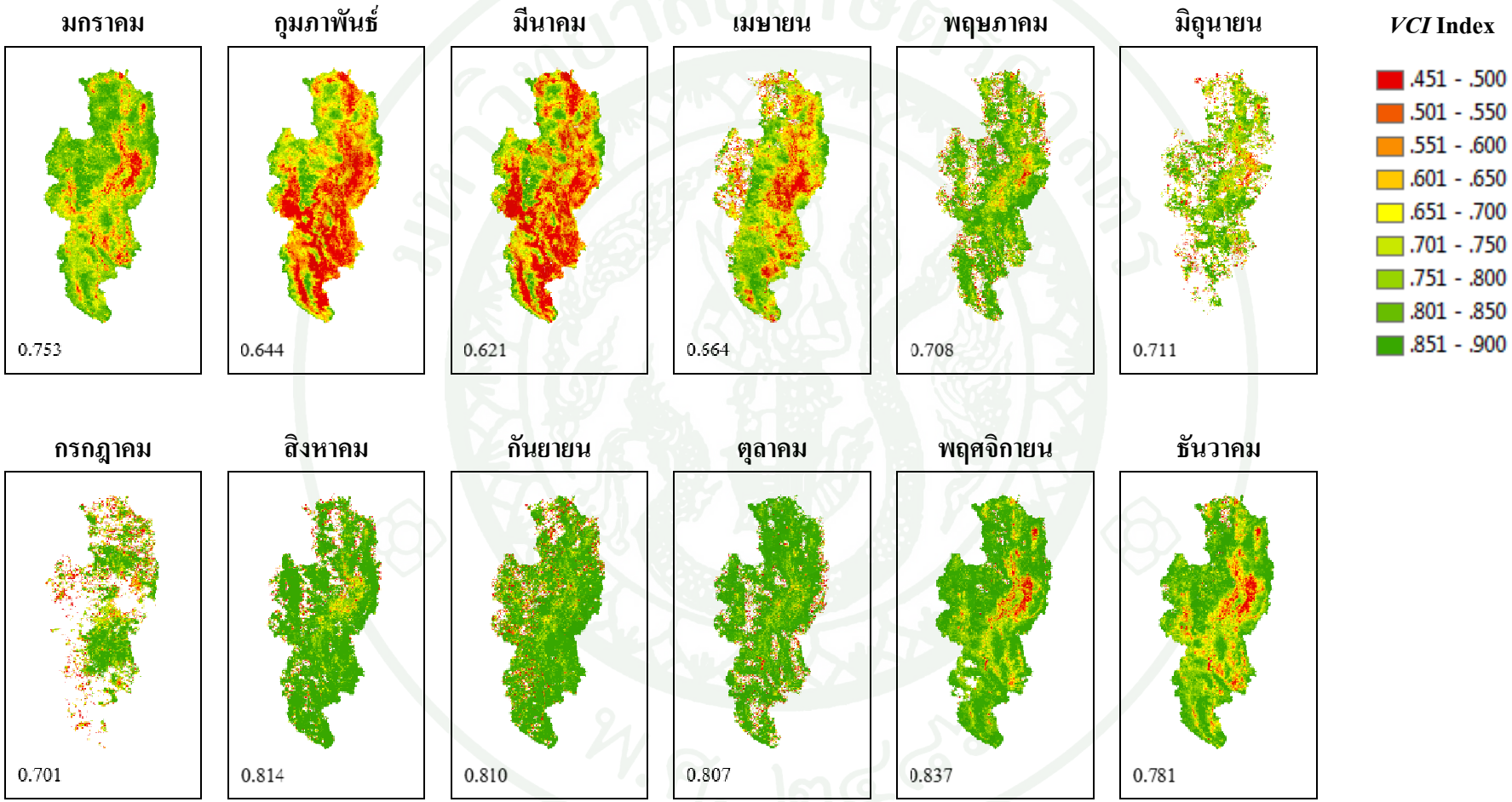
ภาพผนวกที่ ค5 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2549



ภาพผนวกที่ ค6 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2550



ภาพผนวกที่ ค7 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2551



ภาพผนวกที่ ค8 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* สำหรับทุกจุดภาพของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2552

ตารางผนวกที่ ค1 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2545

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.782 (7)	0.686 (7)	0.592 (9)	0.632 (8)	0.685 (8)	0.781 (5)	0.670 (8)	0.857 (1)	0.835 (1)	0.855 (9)	0.869 (5)	0.845 (7)	0.757
แม่งัด	0.796 (6)	0.737 (6)	0.648 (6)	0.683 (5)	0.701 (6)	0.753 (11)	0.718 (4)	0.809 (4)	0.789 (7)	0.857 (8)	0.874 (3)	0.830 (9)	0.766
แม่แตง	0.835 (2)	0.787 (1)	0.723 (2)	0.724 (3)	0.716 (3)	0.722 (12)	0.666 (9)	0.805 (5)	0.830 (2)	0.872 (4)	0.879 (2)	0.881 (3)	0.787
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.702 (12)	0.635 (9)	0.577 (10)	0.599 (11)	0.624 (13)	0.801 (3)	0.697 (6)	0.791 (8)	0.801 (6)	0.828 (14)	0.806 (14)	0.779 (13)	0.720
แม่ริม	0.798 (5)	0.754 (5)	0.668 (5)	0.683 (6)	0.686 (7)	0.785 (4)	0.720 (3)	0.816 (2)	0.808 (5)	0.877 (3)	0.855 (7)	0.821 (11)	0.773
แม่กวง	0.717 (11)	0.632 (10)	0.558 (11)	0.601 (10)	0.619 (14)	0.781 (6)	0.685 (7)	0.680 (12)	0.783 (9)	0.845 (10)	0.815 (13)	0.779 (14)	0.708
แม่งาน	0.822 (4)	0.766 (3)	0.688 (4)	0.710 (4)	0.709 (5)	0.775 (7)	0.725 (2)	0.801 (6)	0.759 (11)	0.859 (7)	0.852 (8)	0.856 (6)	0.777
แม่ลี้	0.725 (9)	0.585 (12)	0.548 (12)	0.57 (12)	0.663 (10)	0.809 (2)	0.703 (5)	0.747 (10)	0.752 (12)	0.840 (12)	0.829 (11)	0.812 (12)	0.715
แม่กลาง	0.832 (3)	0.757 (4)	0.711 (3)	0.732 (1)	0.734 (1)	0.768 (9)	0.593 (11)	0.814 (3)	0.784 (8)	0.845 (11)	0.848 (9)	0.874 (5)	0.774
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.685 (13)	0.544 (13)	0.542 (13)	0.564 (13)	0.653 (11)	0.772 (8)	0.515 (14)	0.721 (11)	0.750 (13)	0.833 (13)	0.818 (12)	0.833 (8)	0.686
แม่แจ่มตอนบน	0.842 (1)	0.785 (2)	0.727 (1)	0.731 (2)	0.722 (2)	0.686 (13)	0.606 (10)	0.798 (7)	0.743 (14)	0.882 (1)	0.883 (1)	0.900 (1)	0.775
แม่แจ่มตอนล่าง	0.719 (10)	0.611 (11)	0.603 (8)	0.609 (9)	0.666 (9)	0.761 (10)	0.516 (13)	0.656 (13)	0.812 (4)	0.882 (2)	0.868 (6)	0.875 (4)	0.715
แม่หาด	0.683 (14)	0.509 (14)	0.48 (14)	0.495 (14)	0.644 (12)	0.828 (1)	0.781 (1)	0.763 (9)	0.814 (3)	0.860 (6)	0.841 (10)	0.822 (10)	0.710
แม่ตื่น	0.737 (8)	0.651 (8)	0.637 (7)	0.666 (7)	0.715 (4)	0.668 (14)	0.544 (12)	0.531 (14)	0.779 (10)	0.870 (5)	0.869 (4)	0.885 (2)	0.713
ค่าเฉลี่ย	0.762	0.674	0.622	0.643	0.681	0.764	0.653	0.757	0.788	0.857	0.850	0.842	0.741
ค่าสูงสุด	0.842	0.787	0.727	0.732	0.734	0.828	0.781	0.857	0.835	0.882	0.883	0.900	0.787
ค่าต่ำสุด	0.683	0.509	0.480	0.495	0.619	0.668	0.515	0.531	0.743	0.828	0.806	0.779	0.686

ตารางผนวกที่ ค2 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2546

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.830 (8)	0.766 (7)	0.665 (8)	0.652 (12)	0.715 (13)	0.72 (10)	0.825 (3)	0.808 (1)	0.844 (1)	0.861 (1)	0.875 (7)	0.808 (5)	0.781
แม่งัด	0.832 (7)	0.793 (6)	0.719 (6)	0.698 (7)	0.748 (6)	0.725 (9)	0.814 (6)	0.745 (7)	0.838 (3)	0.832 (8)	0.881 (4)	0.809 (4)	0.786
แม่แตง	0.860 (2)	0.825 (2)	0.769 (1)	0.747 (2)	0.745 (7)	0.725 (8)	0.814 (7)	0.736 (9)	0.828 (6)	0.861 (2)	0.899 (2)	0.840 (2)	0.804
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.771 (13)	0.685 (11)	0.647 (9)	0.670 (9)	0.725 (12)	0.734 (6)	0.762 (14)	0.723 (11)	0.829 (5)	0.833 (7)	0.772 (14)	0.666 (14)	0.735
แม่ริม	0.817 (9)	0.794 (5)	0.763 (2)	0.765 (1)	0.785 (2)	0.774 (3)	0.763 (13)	0.759 (6)	0.842 (2)	0.854 (4)	0.867 (8)	0.787 (7)	0.797
แม่กวง	0.771 (12)	0.714 (10)	0.644 (10)	0.660 (11)	0.732 (11)	0.714 (11)	0.788 (12)	0.714 (14)	0.804 (8)	0.834 (6)	0.826 (11)	0.708 (10)	0.742
แม่งาน	0.845 (4)	0.806 (4)	0.738 (4)	0.736 (5)	0.771 (4)	0.777 (2)	0.820 (5)	0.766 (4)	0.79 (10)	0.807 (14)	0.879 (5)	0.814 (3)	0.796
แม่ลี้	0.773 (11)	0.675 (13)	0.594 (12)	0.673 (8)	0.740 (8)	0.744 (5)	0.810 (8)	0.764 (5)	0.802 (9)	0.821 (10)	0.806 (13)	0.677 (13)	0.740
แม่กลาง	0.858 (3)	0.815 (3)	0.733 (5)	0.739 (4)	0.786 (1)	0.726 (7)	0.838 (1)	0.790 (2)	0.769 (12)	0.81 (13)	0.877 (6)	0.763 (8)	0.792
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.795 (10)	0.677 (12)	0.572 (13)	0.631 (13)	0.732 (10)	0.765 (4)	0.806 (9)	0.742 (8)	0.768 (14)	0.818 (11)	0.821 (12)	0.681 (11)	0.734
แม่แจ่มตอนบน	0.874 (1)	0.828 (1)	0.762 (3)	0.743 (3)	0.758 (5)	0.640 (14)	0.827 (2)	0.720 (12)	0.788 (11)	0.816 (12)	0.901 (1)	0.847 (1)	0.792
แม่แจ่มตอนล่าง	0.835 (6)	0.729 (9)	0.613 (11)	0.627 (14)	0.711 (14)	0.705 (12)	0.805 (10)	0.734 (10)	0.817 (7)	0.847 (5)	0.832 (10)	0.713 (9)	0.747
แม่หาด	0.769 (14)	0.641 (14)	0.562 (14)	0.664 (10)	0.740 (9)	0.777 (1)	0.822 (4)	0.780 (3)	0.838 (4)	0.857 (3)	0.837 (9)	0.68 (12)	0.747
แม่ตื่น	0.845 (5)	0.759 (8)	0.685 (7)	0.715 (6)	0.773 (3)	0.698 (13)	0.796 (11)	0.720 (13)	0.769 (13)	0.827 (9)	0.885 (3)	0.803 (6)	0.773
ค่าเฉลี่ย	0.820	0.751	0.676	0.694	0.747	0.730	0.806	0.750	0.809	0.834	0.854	0.757	0.769
ค่าสูงสุด	0.874	0.828	0.769	0.765	0.786	0.777	0.838	0.808	0.844	0.861	0.901	0.847	0.804
ค่าต่ำสุด	0.769	0.641	0.562	0.627	0.711	0.640	0.762	0.714	0.768	0.807	0.772	0.666	0.734

ตารางผนวกที่ ค3 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2547

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.735 (7)	0.642 (7)	0.572 (8)	0.544 (8)	0.700 (8)	0.794 (2)	0.741 (4)	0.764 (6)	0.810 (4)	0.823 (13)	0.839 (7)	0.805 (7)	0.731
แม่งัด	0.766 (3)	0.703 (3)	0.643 (6)	0.585 (6)	0.730 (2)	0.773 (8)	0.716 (7)	0.734 (13)	0.784 (8)	0.837 (9)	0.840 (5)	0.816 (5)	0.744
แม่แตง	0.795 (2)	0.738 (1)	0.696 (2)	0.645 (2)	0.713 (5)	0.769 (10)	0.644 (13)	0.686 (14)	0.799 (6)	0.823 (14)	0.863 (2)	0.848 (1)	0.752
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.619 (11)	0.569 (9)	0.552 (9)	0.511 (9)	0.659 (12)	0.763 (12)	0.713 (8)	0.745 (11)	0.822 (3)	0.848 (2)	0.780 (14)	0.719 (11)	0.692
แม่ริม	0.744 (5)	0.700 (4)	0.651 (5)	0.627 (4)	0.743 (1)	0.773 (7)	0.675 (12)	0.739 (12)	0.837 (1)	0.844 (7)	0.829 (8)	0.807 (6)	0.748
แม่กวง	0.635 (9)	0.558 (10)	0.524 (10)	0.499 (10)	0.666 (10)	0.772 (9)	0.690 (9)	0.777 (4)	0.788 (7)	0.846 (5)	0.805 (9)	0.748 (9)	0.692
แม่งาน	0.762 (4)	0.694 (5)	0.657 (4)	0.611 (5)	0.723 (4)	0.765 (11)	0.728 (6)	0.800 (2)	0.783 (9)	0.846 (4)	0.840 (6)	0.834 (4)	0.754
แม่ลี้	0.579 (12)	0.482 (13)	0.436 (13)	0.441 (13)	0.665 (11)	0.789 (4)	0.757 (3)	0.763 (7)	0.758 (14)	0.826 (12)	0.797 (10)	0.733 (10)	0.669
แม่กลาง	0.738 (6)	0.681 (6)	0.667 (3)	0.628 (3)	0.724 (3)	0.740 (14)	0.758 (2)	0.750 (10)	0.764 (13)	0.842 (8)	0.853 (3)	0.839 (3)	0.749
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.579 (13)	0.491 (12)	0.458 (12)	0.447 (12)	0.636 (14)	0.776 (5)	0.738 (5)	0.793 (3)	0.780 (10)	0.835 (11)	0.797 (11)	0.704 (12)	0.669
แม่แจ่มตอนบน	0.797 (1)	0.738 (2)	0.707 (1)	0.649 (1)	0.702 (6)	0.774 (6)	0.627 (14)	0.754 (8)	0.779 (11)	0.846 (6)	0.875 (1)	0.846 (2)	0.758
แม่แจ่มตอนล่าง	0.624 (10)	0.550 (11)	0.519 (11)	0.487 (11)	0.639 (13)	0.748 (13)	0.688 (10)	0.751 (9)	0.835 (2)	0.849 (1)	0.783 (13)	0.692 (13)	0.681
แม่หาด	0.563 (14)	0.467 (14)	0.427 (14)	0.422 (14)	0.670 (9)	0.840 (1)	0.785 (1)	0.855 (1)	0.806 (5)	0.835 (10)	0.784 (12)	0.677 (14)	0.678
แม่ตื่น	0.711 (8)	0.628 (8)	0.580 (7)	0.555 (7)	0.701 (7)	0.794 (3)	0.686 (11)	0.766 (5)	0.776 (12)	0.846 (3)	0.849 (4)	0.782 (8)	0.723
ค่าเฉลี่ย	0.689	0.617	0.578	0.547	0.691	0.776	0.710	0.763	0.794	0.839	0.824	0.775	0.717
ค่าสูงสุด	0.797	0.738	0.707	0.649	0.743	0.840	0.785	0.855	0.837	0.849	0.875	0.848	0.758
ค่าต่ำสุด	0.563	0.467	0.427	0.422	0.636	0.740	0.627	0.686	0.758	0.823	0.780	0.677	0.669

ตารางผนวกที่ ค4 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2548

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.739 (6)	0.609 (7)	0.606 (7)	0.672 (8)	0.734 (5)	0.680 (2)	0.704 (12)	0.792 (8)	0.796 (4)	0.841 (2)	0.856 (3)	0.828 (6)	0.738
แม่งัด	0.764 (4)	0.678 (5)	0.663 (6)	0.702 (6)	0.743 (3)	0.582 (11)	0.712 (11)	0.731 (12)	0.757 (11)	0.836 (3)	0.841 (5)	0.830 (5)	0.736
แม่แตง	0.803 (1)	0.726 (1)	0.715 (1)	0.740 (1)	0.740 (4)	0.569 (12)	0.668 (13)	0.846 (5)	0.776 (7)	0.814 (7)	0.869 (2)	0.854 (2)	0.760
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.634 (10)	0.551 (9)	0.582 (9)	0.614 (10)	0.662 (12)	0.690 (1)	0.715 (9)	0.751 (11)	0.809 (3)	0.819 (5)	0.782 (14)	0.754 (14)	0.697
แม่ริม	0.753 (5)	0.690 (3)	0.688 (4)	0.706 (4)	0.761 (1)	0.588 (10)	0.718 (8)	0.868 (2)	0.830 (2)	0.857 (1)	0.835 (8)	0.823 (7)	0.760
แม่กวง	0.652 (9)	0.545 (10)	0.568 (10)	0.637 (9)	0.672 (9)	0.660 (5)	0.727 (6)	0.689 (14)	0.753 (13)	0.824 (4)	0.794 (13)	0.774 (13)	0.691
แม่งาน	0.780 (3)	0.690 (4)	0.690 (3)	0.711 (3)	0.719 (7)	0.668 (3)	0.713 (10)	0.848 (4)	0.766 (10)	0.773 (11)	0.839 (7)	0.836 (3)	0.753
แม่ลี้	0.582 (11)	0.456 (12)	0.486 (12)	0.598 (11)	0.664 (11)	0.658 (6)	0.720 (7)	0.720 (13)	0.753 (12)	0.77 (12)	0.801 (12)	0.785 (11)	0.666
แม่กลาง	0.735 (7)	0.669 (6)	0.681 (5)	0.732 (2)	0.760 (2)	0.566 (13)	0.771 (2)	0.842 (6)	0.768 (8)	0.757 (14)	0.827 (9)	0.810 (9)	0.743
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.537 (13)	0.440 (13)	0.476 (13)	0.570 (13)	0.670 (10)	0.661 (4)	0.753 (3)	0.786 (9)	0.766 (9)	0.766 (13)	0.802 (11)	0.786 (10)	0.668
แม่แจ่มตอนบน	0.789 (2)	0.709 (2)	0.704 (2)	0.705 (5)	0.688 (8)	0.527 (14)	0.611 (14)	0.887 (1)	0.779 (6)	0.787 (9)	0.876 (1)	0.863 (1)	0.744
แม่แจ่มตอนล่าง	0.582 (12)	0.509 (11)	0.530 (11)	0.591 (12)	0.643 (14)	0.611 (8)	0.733 (5)	0.857 (3)	0.792 (5)	0.816 (6)	0.846 (4)	0.812 (8)	0.693
แม่หาด	0.489 (14)	0.394 (14)	0.460 (14)	0.568 (14)	0.652 (13)	0.656 (7)	0.771 (1)	0.773 (10)	0.849 (1)	0.781 (10)	0.818 (10)	0.774 (12)	0.666
แม่ตื่น	0.679 (8)	0.587 (8)	0.595 (8)	0.688 (7)	0.724 (6)	0.590 (9)	0.749 (4)	0.837 (7)	0.733 (14)	0.801 (8)	0.839 (6)	0.834 (4)	0.721
ค่าเฉลี่ย	0.680	0.590	0.603	0.660	0.702	0.622	0.719	0.802	0.780	0.803	0.830	0.812	0.717
ค่าสูงสุด	0.803	0.726	0.715	0.740	0.761	0.690	0.771	0.887	0.849	0.857	0.876	0.863	0.760
ค่าต่ำสุด	0.489	0.394	0.460	0.568	0.643	0.527	0.611	0.689	0.733	0.757	0.782	0.754	0.666

ตารางผนวกที่ ค5 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2549

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.806 (6)	0.735 (7)	0.644 (7)	0.668 (7)	0.756 (6)	0.755 (1)	0.791 (5)	0.747 (6)	0.810 (2)	0.840 (3)	0.859 (7)	0.790 (7)	0.767
แม่งัด	0.809 (5)	0.768 (3)	0.714 (4)	0.698 (6)	0.770 (2)	0.718 (2)	0.726 (12)	0.740 (7)	0.778 (5)	0.845 (2)	0.872 (5)	0.801 (6)	0.770
แม่แตง	0.841 (2)	0.795 (1)	0.739 (2)	0.733 (1)	0.749 (7)	0.696 (6)	0.758 (9)	0.703 (11)	0.781 (3)	0.836 (4)	0.887 (1)	0.843 (2)	0.780
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.699 (13)	0.625 (11)	0.594 (10)	0.63 (10)	0.729 (13)	0.713 (3)	0.752 (11)	0.750 (5)	0.779 (4)	0.825 (8)	0.774 (14)	0.691 (14)	0.714
แม่ริม	0.803 (7)	0.762 (5)	0.719 (3)	0.709 (5)	0.756 (5)	0.692 (7)	0.756 (10)	0.762 (4)	0.817 (1)	0.856 (1)	0.854 (8)	0.782 (8)	0.772
แม่กวง	0.730 (11)	0.649 (9)	0.598 (9)	0.645 (9)	0.756 (4)	0.662 (14)	0.770 (6)	0.716 (9)	0.766 (7)	0.830 (7)	0.818 (13)	0.733 (12)	0.723
แม่งาน	0.826 (4)	0.766 (4)	0.710 (5)	0.716 (4)	0.758 (3)	0.690 (8)	0.827 (2)	0.773 (3)	0.752 (8)	0.820 (9)	0.867 (6)	0.825 (3)	0.777
แม่ลี้	0.709 (12)	0.578 (13)	0.482 (13)	0.549 (13)	0.744 (9)	0.681 (12)	0.804 (3)	0.782 (2)	0.746 (10)	0.790 (13)	0.829 (11)	0.739 (11)	0.703
แม่กลาง	0.829 (3)	0.750 (6)	0.696 (6)	0.718 (3)	0.735 (12)	0.687 (11)	0.866 (1)	0.673 (13)	0.773 (6)	0.805 (11)	0.874 (4)	0.811 (4)	0.768
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.730 (10)	0.591 (12)	0.519 (12)	0.605 (12)	0.740 (10)	0.689 (10)	0.759 (8)	0.732 (8)	0.729 (12)	0.771 (14)	0.819 (12)	0.740 (10)	0.702
แม่แจ่มตอนบน	0.844 (1)	0.789 (2)	0.741 (1)	0.723 (2)	0.747 (8)	0.689 (9)	0.717 (13)	0.623 (14)	0.719 (14)	0.831 (6)	0.885 (2)	0.853 (1)	0.764
แม่แจ่มตอนล่าง	0.759 (9)	0.644 (10)	0.582 (11)	0.606 (11)	0.726 (14)	0.713 (4)	0.765 (7)	0.687 (12)	0.746 (11)	0.834 (5)	0.845 (9)	0.782 (9)	0.724
แม่หาด	0.680 (14)	0.528 (14)	0.438 (14)	0.516 (14)	0.735 (11)	0.681 (13)	0.799 (4)	0.818 (1)	0.747 (9)	0.802 (12)	0.833 (10)	0.726 (13)	0.692
แม่ตื่น	0.795 (8)	0.692 (8)	0.631 (8)	0.659 (8)	0.779 (1)	0.710 (5)	0.687 (14)	0.705 (10)	0.721 (13)	0.814 (10)	0.876 (3)	0.808 (5)	0.740
ค่าเฉลี่ย	0.776	0.691	0.629	0.655	0.749	0.698	0.770	0.729	0.762	0.821	0.849	0.780	0.742
ค่าสูงสุด	0.844	0.795	0.741	0.733	0.779	0.755	0.866	0.818	0.817	0.856	0.887	0.853	0.780
ค่าต่ำสุด	0.680	0.528	0.438	0.516	0.726	0.662	0.687	0.623	0.719	0.771	0.774	0.691	0.692

ตารางผนวกที่ ค6 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2550

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.729 (7)	0.635 (8)	0.561 (9)	0.620 (7)	0.747 (2)	0.800 (3)	0.734 (13)	0.781 (4)	0.837 (3)	0.826 (4)	0.879 (6)	0.820 (7)	0.747
แม่งัด	0.756 (5)	0.687 (6)	0.632 (6)	0.681 (5)	0.695 (10)	0.756 (9)	0.770 (9)	0.764 (7)	0.827 (4)	0.819 (7)	0.882 (5)	0.821 (6)	0.757
แม่แตง	0.800 (1)	0.745 (1)	0.684 (1)	0.709 (2)	0.713 (8)	0.755 (11)	0.701 (14)	0.764 (6)	0.813 (7)	0.832 (3)	0.900 (2)	0.847 (2)	0.772
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.623 (12)	0.565 (11)	0.556 (10)	0.600 (10)	0.731 (5)	0.765 (8)	0.749 (11)	0.772 (5)	0.814 (6)	0.822 (5)	0.825 (14)	0.719 (14)	0.712
แม่ริม	0.741 (6)	0.702 (4)	0.658 (3)	0.718 (1)	0.747 (1)	0.786 (4)	0.776 (8)	0.756 (8)	0.840 (1)	0.848 (1)	0.876 (7)	0.808 (9)	0.771
แม่กวง	0.660 (10)	0.586 (10)	0.562 (8)	0.616 (9)	0.736 (3)	0.718 (14)	0.777 (7)	0.755 (9)	0.794 (12)	0.809 (8)	0.850 (13)	0.743 (13)	0.717
แม่งาน	0.770 (3)	0.710 (3)	0.652 (5)	0.687 (4)	0.726 (6)	0.778 (5)	0.753 (10)	0.701 (14)	0.812 (8)	0.789 (9)	0.884 (3)	0.839 (4)	0.758
แม่ลี้	0.640 (11)	0.532 (12)	0.474 (12)	0.541 (12)	0.709 (9)	0.772 (6)	0.809 (2)	0.781 (3)	0.805 (9)	0.768 (11)	0.856 (11)	0.773 (12)	0.705
แม่กลาง	0.757 (4)	0.696 (5)	0.657 (4)	0.677 (6)	0.733 (4)	0.811 (2)	0.798 (5)	0.753 (10)	0.814 (5)	0.780 (10)	0.882 (4)	0.839 (3)	0.766
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.619 (13)	0.511 (13)	0.469 (13)	0.518 (13)	0.672 (11)	0.770 (7)	0.801 (3)	0.809 (2)	0.794 (11)	0.758 (13)	0.853 (12)	0.797 (10)	0.698
แม่แจ่มตอนบน	0.796 (2)	0.739 (2)	0.678 (2)	0.687 (3)	0.620 (14)	0.733 (13)	0.743 (12)	0.703 (13)	0.765 (13)	0.820 (6)	0.905 (1)	0.857 (1)	0.754
แม่แจ่มตอนล่าง	0.680 (9)	0.593 (9)	0.533 (11)	0.562 (11)	0.655 (12)	0.749 (12)	0.798 (6)	0.729 (12)	0.798 (10)	0.834 (2)	0.873 (8)	0.809 (8)	0.718
แม่หาด	0.599 (14)	0.486 (14)	0.443 (14)	0.503 (14)	0.724 (7)	0.821 (1)	0.827 (1)	0.846 (1)	0.837 (2)	0.764 (12)	0.860 (10)	0.776 (11)	0.707
แม่ตื่น	0.728 (8)	0.641 (7)	0.580 (7)	0.618 (8)	0.642 (13)	0.755 (10)	0.800 (4)	0.734 (11)	0.739 (14)	0.738 (14)	0.868 (9)	0.836 (5)	0.723
ค่าเฉลี่ย	0.707	0.631	0.581	0.624	0.704	0.769	0.774	0.761	0.806	0.801	0.871	0.806	0.736
ค่าสูงสุด	0.800	0.745	0.684	0.718	0.747	0.821	0.827	0.846	0.840	0.848	0.905	0.857	0.772
ค่าต่ำสุด	0.599	0.486	0.443	0.503	0.620	0.718	0.701	0.701	0.739	0.738	0.825	0.719	0.698

ตารางผนวกที่ ค7 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2551

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.756 (7)	0.714 (7)	0.616 (8)	0.634 (7)	0.720 (6)	0.725 (6)	0.613 (10)	0.774 (3)	0.785 (3)	0.821 (4)	0.863 (6)	0.809 (9)	0.736
แม่งัด	0.770 (4)	0.763 (3)	0.687 (6)	0.674 (6)	0.731 (5)	0.702 (10)	0.649 (7)	0.724 (12)	0.782 (4)	0.842 (3)	0.838 (9)	0.815 (6)	0.748
แม่แตง	0.810 (1)	0.785 (1)	0.726 (1)	0.720 (1)	0.694 (11)	0.707 (9)	0.542 (12)	0.753 (7)	0.710 (14)	0.798 (6)	0.888 (2)	0.841 (2)	0.748
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.636 (12)	0.626 (11)	0.603 (9)	0.622 (10)	0.706 (8)	0.714 (8)	0.625 (8)	0.729 (9)	0.782 (5)	0.846 (1)	0.801 (13)	0.729 (14)	0.702
แม่ริม	0.760 (6)	0.739 (6)	0.705 (3)	0.719 (2)	0.732 (3)	0.687 (12)	0.613 (9)	0.759 (5)	0.796 (1)	0.843 (2)	0.856 (8)	0.795 (10)	0.750
แม่กวง	0.657 (10)	0.632 (10)	0.593 (10)	0.595 (13)	0.685 (12)	0.747 (3)	0.655 (6)	0.721 (13)	0.738 (11)	0.814 (5)	0.785 (14)	0.765 (13)	0.699
แม่งาน	0.786 (3)	0.757 (4)	0.693 (4)	0.691 (4)	0.706 (9)	0.686 (13)	0.608 (11)	0.753 (6)	0.756 (8)	0.769 (8)	0.871 (4)	0.825 (5)	0.742
แม่ลี้	0.636 (13)	0.596 (12)	0.528 (12)	0.599 (11)	0.741 (2)	0.718 (7)	0.708 (4)	0.804 (2)	0.761 (7)	0.744 (12)	0.811 (11)	0.787 (11)	0.703
แม่กลาง	0.764 (5)	0.746 (5)	0.692 (5)	0.675 (5)	0.707 (7)	0.699 (11)	0.54 (13)	0.726 (11)	0.741 (10)	0.728 (14)	0.877 (3)	0.828 (4)	0.727
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.641 (11)	0.589 (13)	0.528 (13)	0.583 (14)	0.732 (4)	0.757 (2)	0.712 (3)	0.773 (4)	0.771 (6)	0.735 (13)	0.838 (10)	0.810 (8)	0.706
แม่แจ่มตอนบน	0.803 (2)	0.781 (2)	0.719 (2)	0.717 (3)	0.681 (13)	0.645 (14)	0.501 (14)	0.647 (14)	0.729 (12)	0.756 (10)	0.890 (1)	0.846 (1)	0.726
แม่แจ่มตอนล่าง	0.680 (9)	0.632 (9)	0.554 (11)	0.596 (12)	0.665 (14)	0.736 (5)	0.656 (5)	0.727 (10)	0.749 (9)	0.787 (7)	0.866 (5)	0.812 (7)	0.705
แม่หาด	0.617 (14)	0.563 (14)	0.514 (14)	0.623 (9)	0.783 (1)	0.785 (1)	0.717 (1)	0.839 (1)	0.789 (2)	0.760 (9)	0.810 (12)	0.779 (12)	0.715
แม่ตื่น	0.730 (8)	0.682 (8)	0.617 (7)	0.627 (8)	0.705 (10)	0.743 (4)	0.714 (2)	0.739 (8)	0.724 (13)	0.753 (11)	0.863 (7)	0.839 (3)	0.728
ค่าเฉลี่ย	0.718	0.686	0.627	0.648	0.713	0.718	0.632	0.748	0.758	0.786	0.847	0.806	0.724
ค่าสูงสุด	0.810	0.785	0.726	0.720	0.783	0.785	0.717	0.839	0.796	0.846	0.890	0.846	0.750
ค่าต่ำสุด	0.617	0.563	0.514	0.583	0.665	0.645	0.501	0.647	0.710	0.728	0.785	0.729	0.699

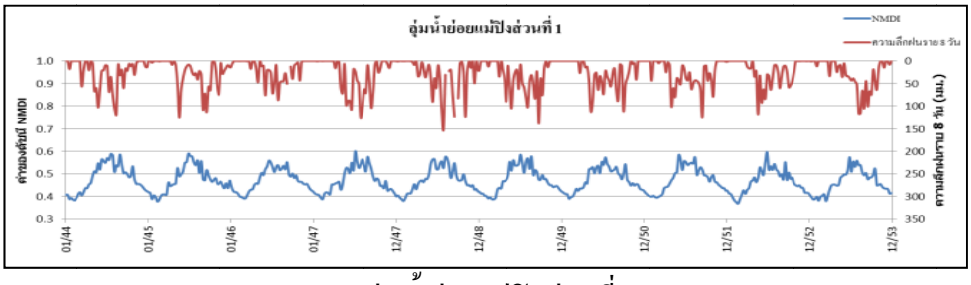
ตารางผนวกที่ ค8 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของดัชนี *VCI* และลำดับภัยแล้งในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบนในปี พ.ศ. 2552

ลุ่มน้ำย่อย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
แม่ปิงส่วนที่ 1	0.755 (8)	0.633 (8)	0.558 (12)	0.634 (12)	0.698 (10)	0.734 (4)	0.714 (6)	0.810 (9)	0.798 (10)	0.826 (3)	0.852 (4)	0.784 (7)	0.733
แม่งัด	0.781 (5)	0.692 (6)	0.636 (7)	0.684 (6)	0.704 (8)	0.711 (7)	0.673 (11)	0.823 (6)	0.807 (9)	0.802 (9)	0.852 (5)	0.802 (6)	0.747
แม่แตง	0.803 (2)	0.738 (2)	0.692 (3)	0.692 (5)	0.713 (6)	0.687 (13)	0.692 (8)	0.785 (12)	0.778 (11)	0.825 (4)	0.875 (2)	0.826 (2)	0.759
แม่ปิงส่วนที่ 2	0.683 (14)	0.594 (11)	0.604 (8)	0.603 (14)	0.668 (14)	0.728 (5)	0.721 (5)	0.782 (13)	0.816 (7)	0.813 (5)	0.771 (14)	0.688 (14)	0.706
แม่ริม	0.756 (7)	0.700 (5)	0.674 (5)	0.695 (4)	0.734 (3)	0.706 (10)	0.742 (4)	0.781 (14)	0.838 (3)	0.836 (1)	0.839 (8)	0.776 (8)	0.757
แม่กวง	0.718 (11)	0.602 (9)	0.596 (9)	0.644 (9)	0.685 (12)	0.690 (12)	0.711 (7)	0.811 (8)	0.835 (4)	0.780 (14)	0.797 (13)	0.720 (13)	0.716
แม่งาน	0.790 (4)	0.708 (4)	0.682 (4)	0.699 (3)	0.730 (4)	0.717 (6)	0.683 (10)	0.816 (7)	0.778 (12)	0.805 (7)	0.851 (7)	0.820 (4)	0.757
แม่ลี้	0.716 (12)	0.564 (12)	0.539 (13)	0.606 (13)	0.684 (13)	0.708 (8)	0.804 (2)	0.841 (2)	0.852 (2)	0.807 (6)	0.824 (11)	0.747 (11)	0.724
แม่กลาง	0.794 (3)	0.709 (3)	0.710 (1)	0.723 (1)	0.738 (2)	0.739 (3)	0.688 (9)	0.809 (10)	0.811 (8)	0.782 (13)	0.853 (3)	0.825 (3)	0.765
แม่ปิงส่วนที่ 3	0.730 (10)	0.564 (13)	0.562 (11)	0.662 (8)	0.715 (5)	0.741 (2)	0.771 (3)	0.827 (3)	0.823 (5)	0.803 (8)	0.826 (10)	0.775 (9)	0.733
แม่แจ่มตอนบน	0.816 (1)	0.740 (1)	0.703 (2)	0.672 (7)	0.686 (11)	0.704 (11)	0.553 (14)	0.807 (11)	0.743 (14)	0.790 (12)	0.875 (1)	0.836 (1)	0.744
แม่แจ่มตอนล่าง	0.739 (9)	0.596 (10)	0.580 (10)	0.643 (10)	0.698 (9)	0.708 (9)	0.645 (12)	0.827 (4)	0.777 (13)	0.798 (11)	0.835 (9)	0.774 (10)	0.718
แม่หาด	0.685 (13)	0.517 (14)	0.517 (14)	0.635 (11)	0.712 (7)	0.772 (1)	0.827 (1)	0.844 (1)	0.857 (1)	0.831 (2)	0.823 (12)	0.742 (12)	0.730
แม่ตื่น	0.770 (6)	0.653 (7)	0.638 (6)	0.701 (2)	0.741 (1)	0.609 (14)	0.587 (13)	0.826 (5)	0.821 (6)	0.800 (10)	0.851 (6)	0.813 (5)	0.734
ค่าเฉลี่ย	0.753	0.644	0.621	0.664	0.708	0.711	0.701	0.814	0.810	0.807	0.837	0.781	0.737
ค่าสูงสุด	0.816	0.740	0.710	0.723	0.741	0.772	0.827	0.844	0.857	0.836	0.875	0.836	0.765
ค่าต่ำสุด	0.683	0.517	0.517	0.603	0.668	0.609	0.553	0.781	0.743	0.780	0.771	0.688	0.706

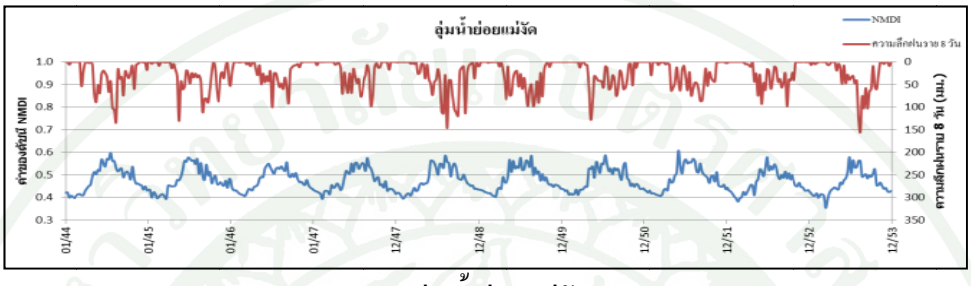
ภาคผนวก ง

ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีภัยแล้งราย 8 วัน กับความลึกฝนสะสมราย 8 วัน

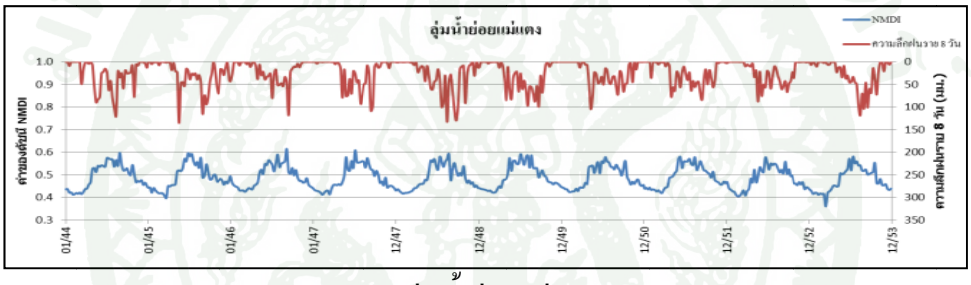
ความลึกฝนสะสมต่อเนื่องในแต่ละปี ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2553



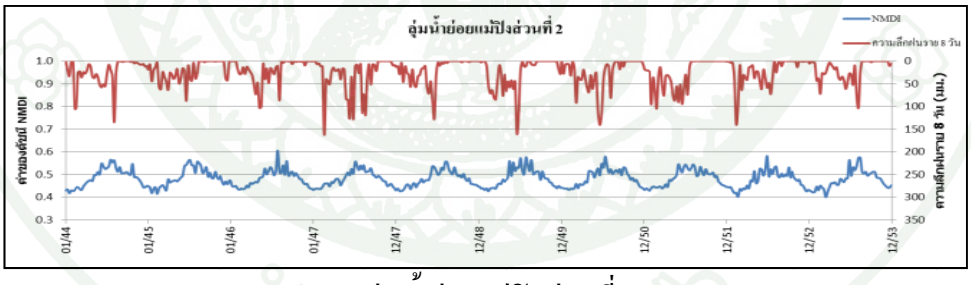
1) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1



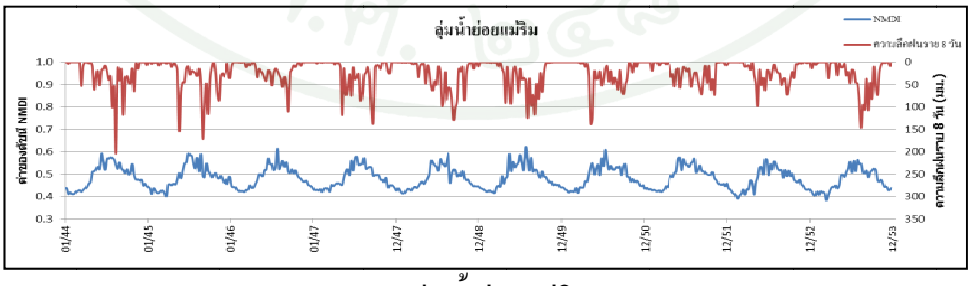
2) ลุ่มน้ำย่อยแม่งัด



3) ลุ่มน้ำย่อยแม่แตง

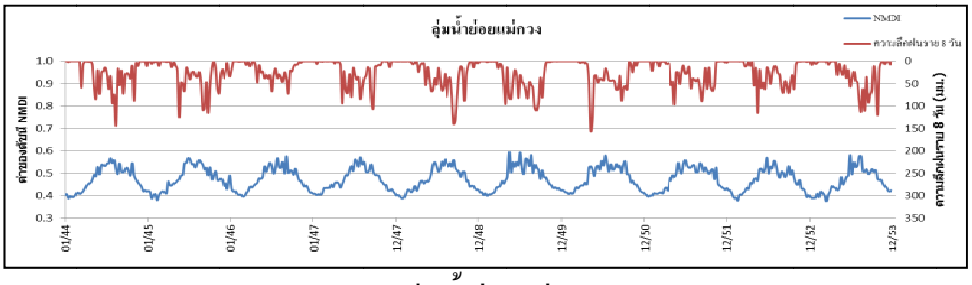


4) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2

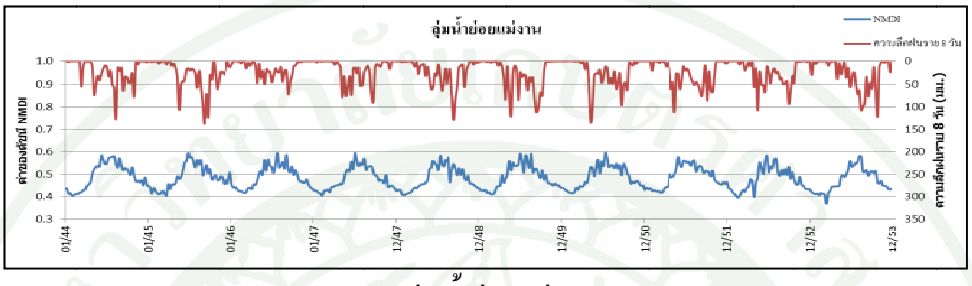


5) ลุ่มน้ำย่อยแม่ริม

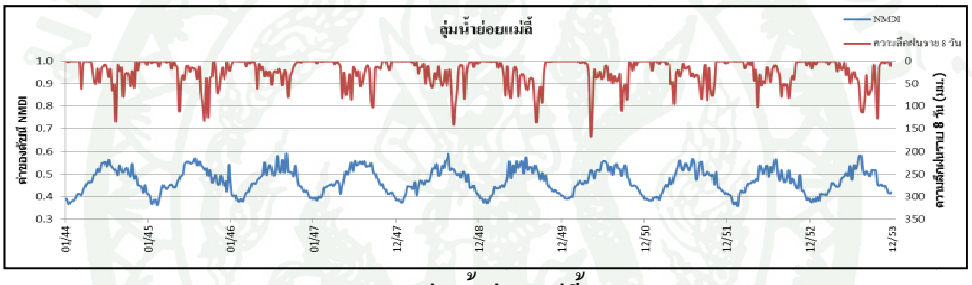
ภาพผนวกที่ ง1 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน และความลึกฝนสะสมราย 8 วัน



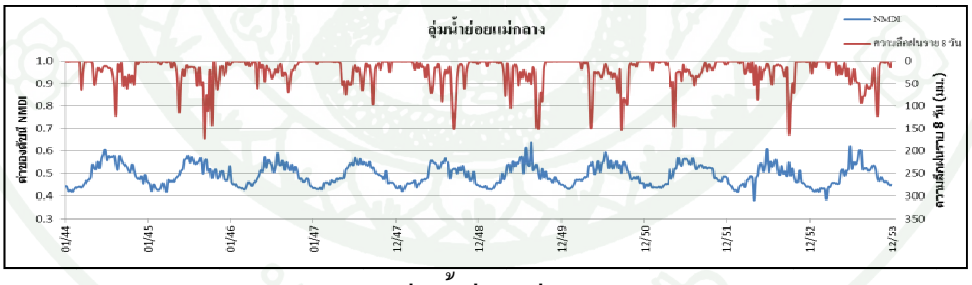
6) ลุ่มน้ำย่อยแม่กวง



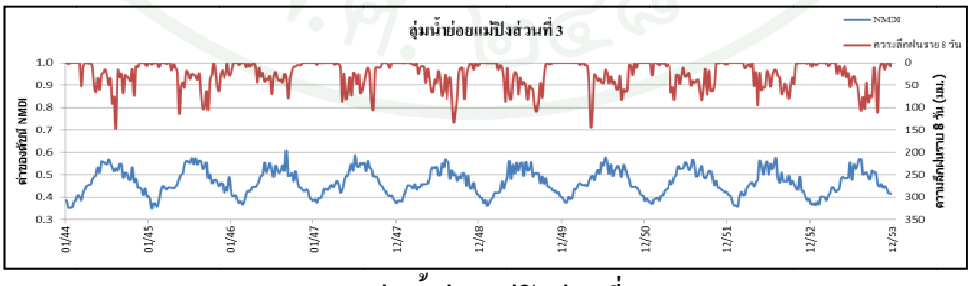
7) ลุ่มน้ำย่อยแม่งาน



8) ลุ่มน้ำย่อยแม่ลี้

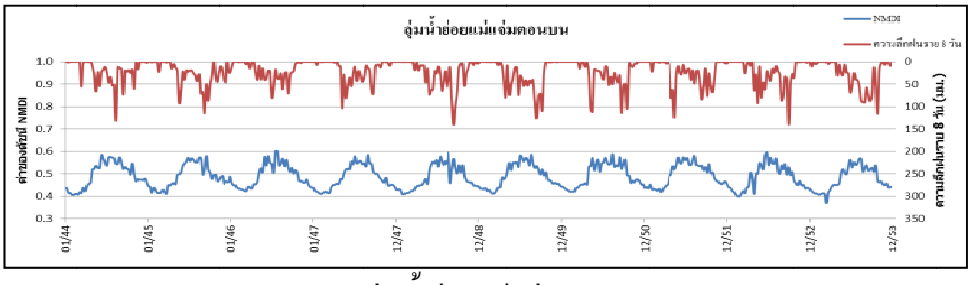


9) ลุ่มน้ำย่อยแม่กลาง

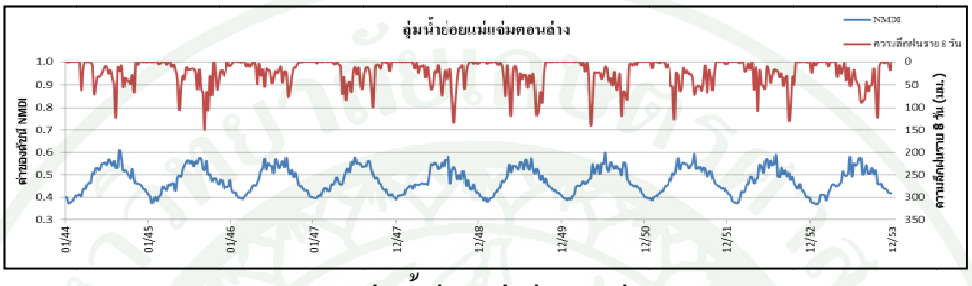


10) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 3

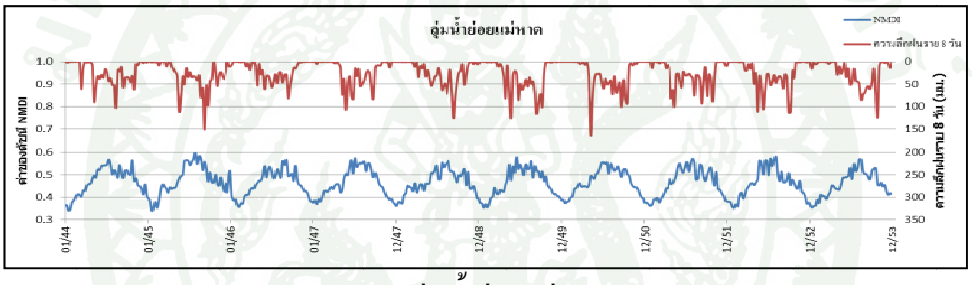
ภาพผนวกที่ ง1 (ต่อ)



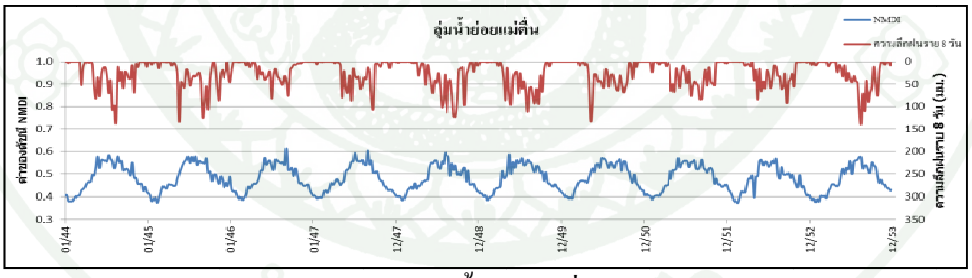
11) ลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนบน



12) ลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนล่าง

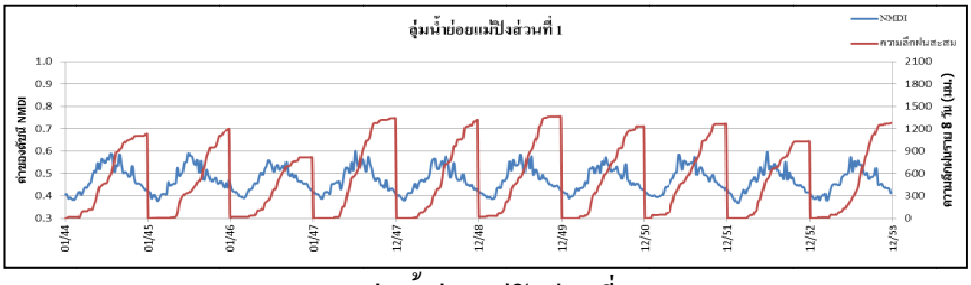


13) ลุ่มน้ำย่อยแม่หาด

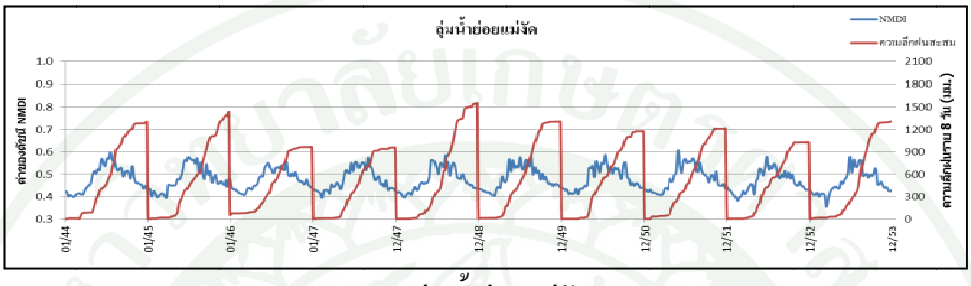


14) ลุ่มน้ำย่อยแม่ตื่น

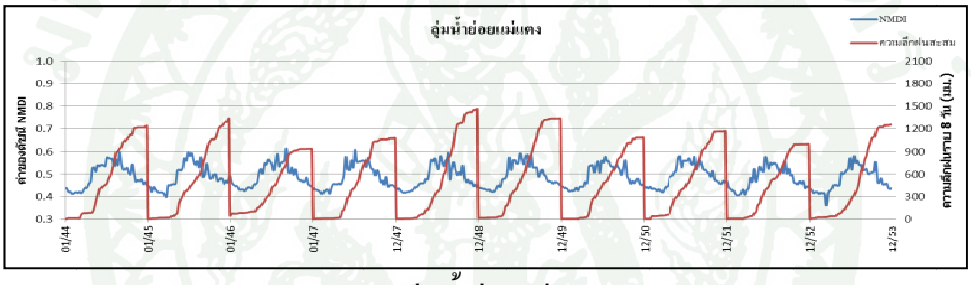
ภาพผนวกที่ ง1 (ต่อ)



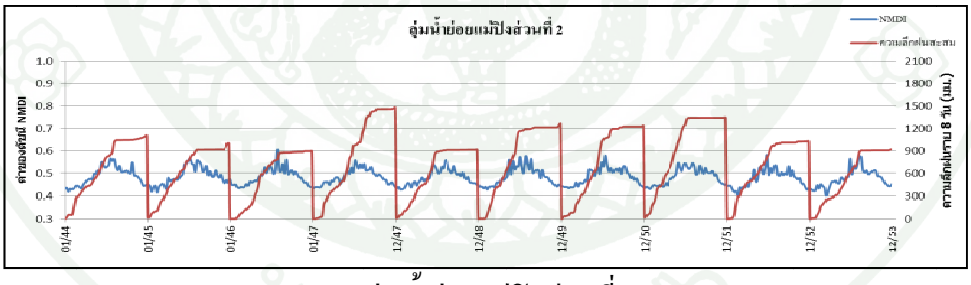
1) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1



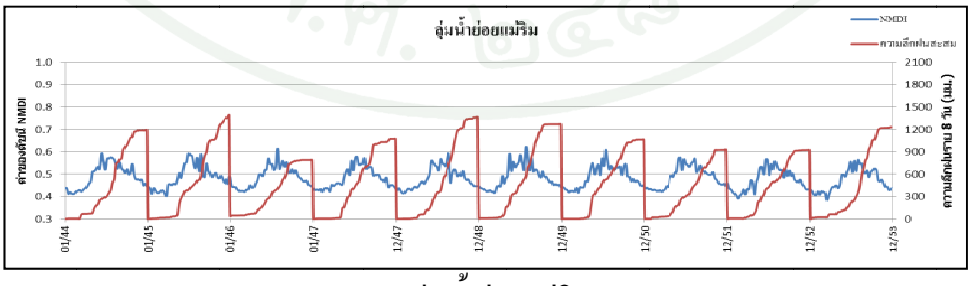
2) ลุ่มน้ำย่อยแม่งัด



3) ลุ่มน้ำย่อยแม่แตง

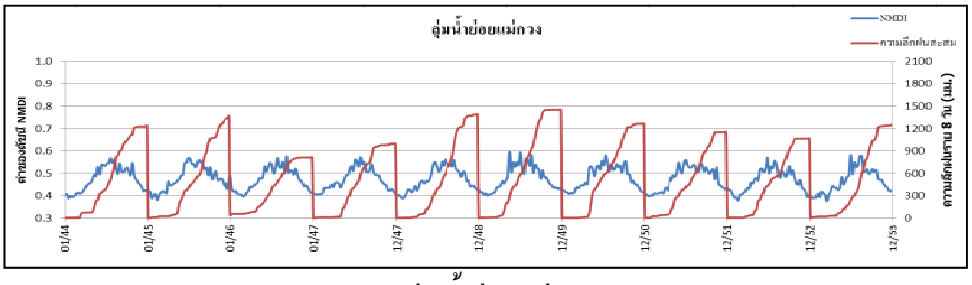


4) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2

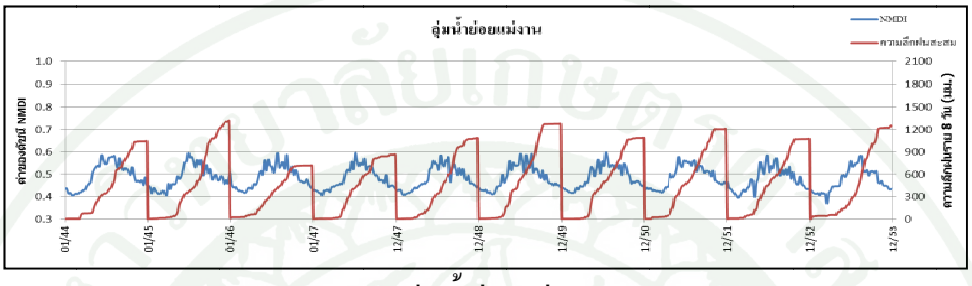


5) ลุ่มน้ำย่อยแม่ริม

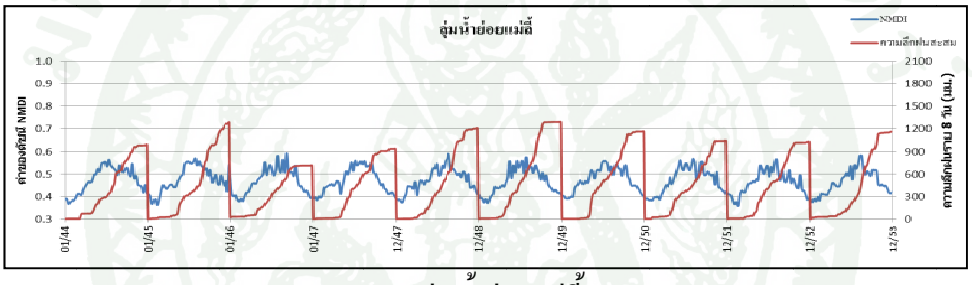
ภาพผนวกที่ ง2 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *NMDI* ราย 8 วัน และความลึกฝนสะสมต่อเนื่องในแต่ละปี



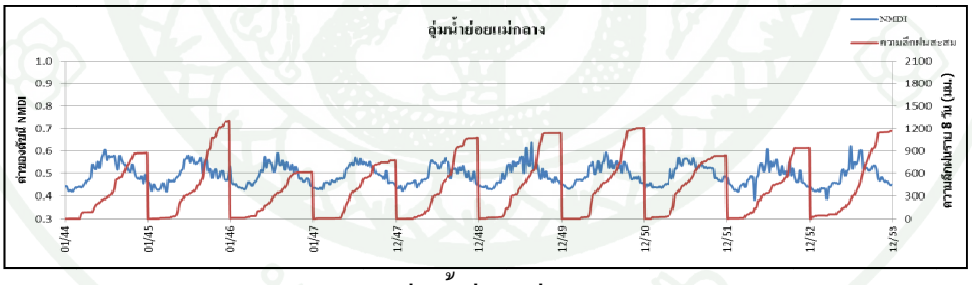
6) ลุ่มน้ำย่อยแม่กวง



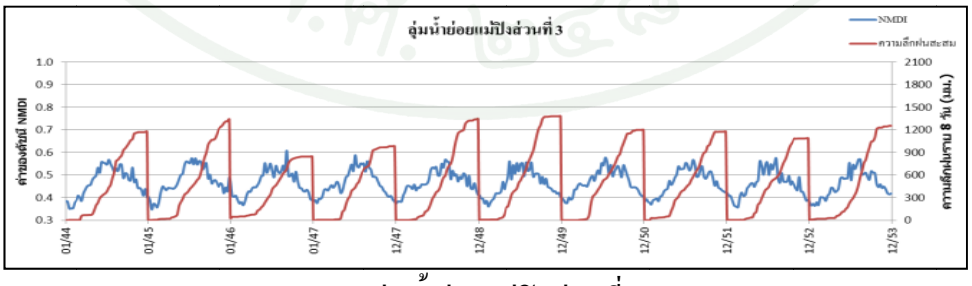
7) ลุ่มน้ำย่อยแม่งาน



8) ลุ่มน้ำย่อยแม่ลี้

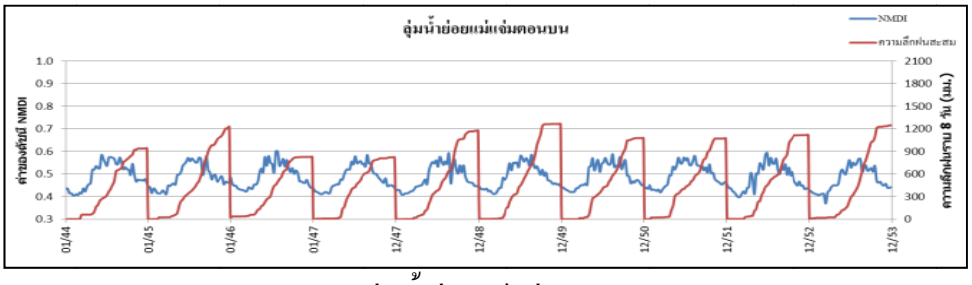


9) ลุ่มน้ำย่อยแม่กลาง

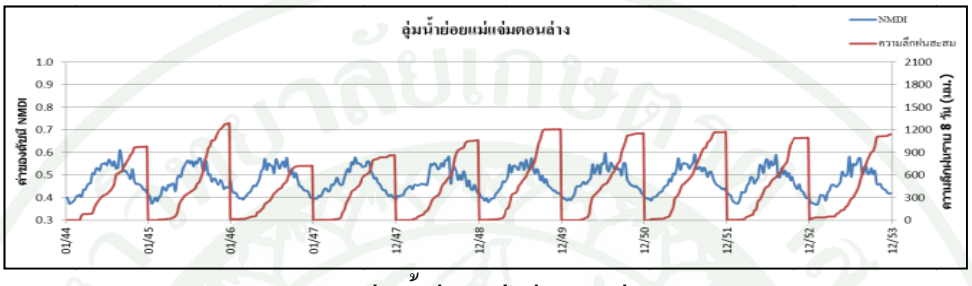


10) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 3

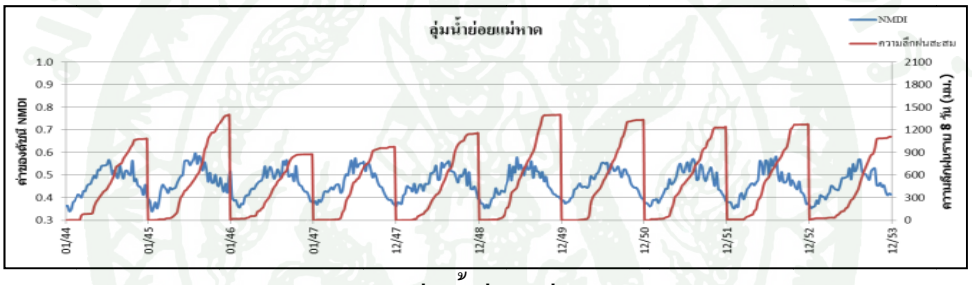
ภาพผนวกที่ ง2 (ต่อ)



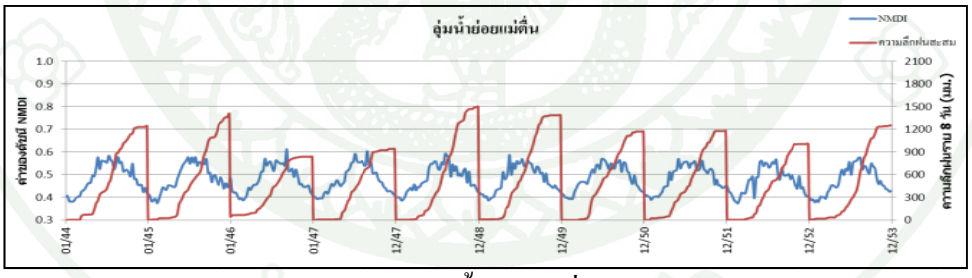
11) ลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนบน



12) ลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนล่าง

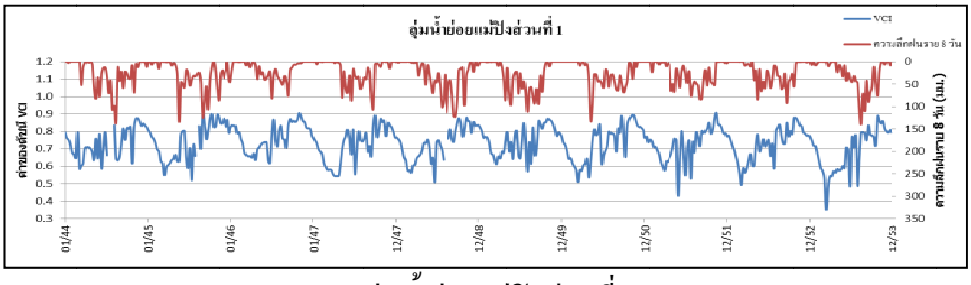


13) ลุ่มน้ำย่อยแม่หาด

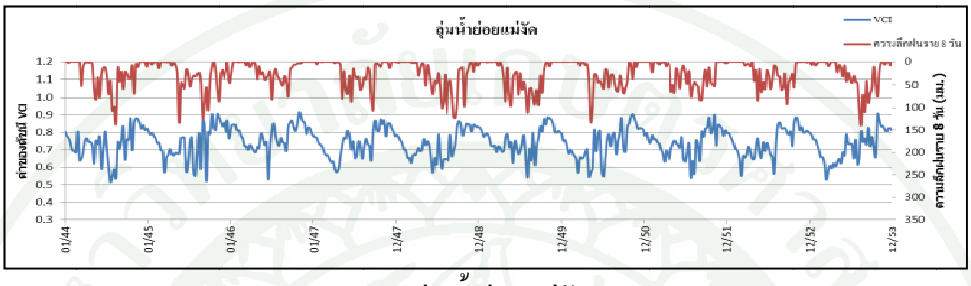


14) ลุ่มน้ำย่อยแม่ตื่น

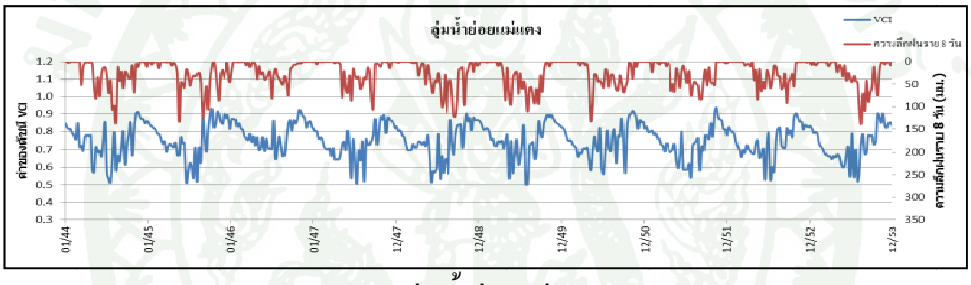
ภาพผนวกที่ ง2 (ต่อ)



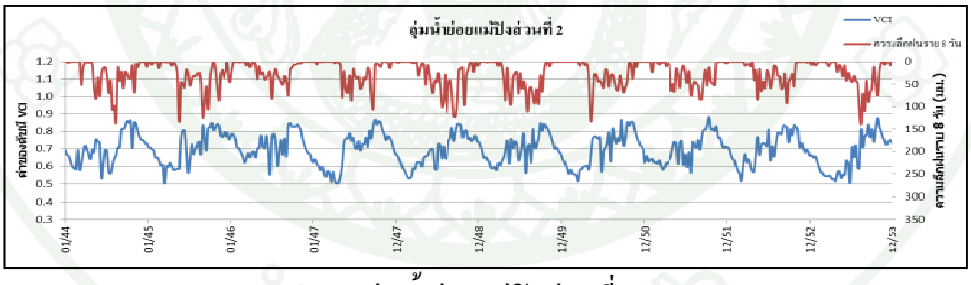
1) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1



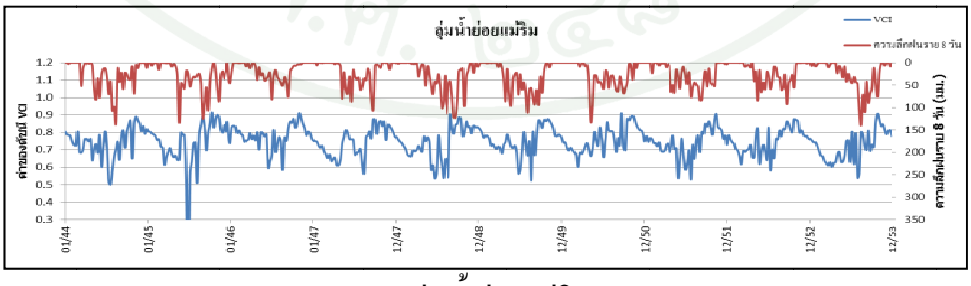
2) ลุ่มน้ำย่อยแม่งัด



3) ลุ่มน้ำย่อยแม่แตง

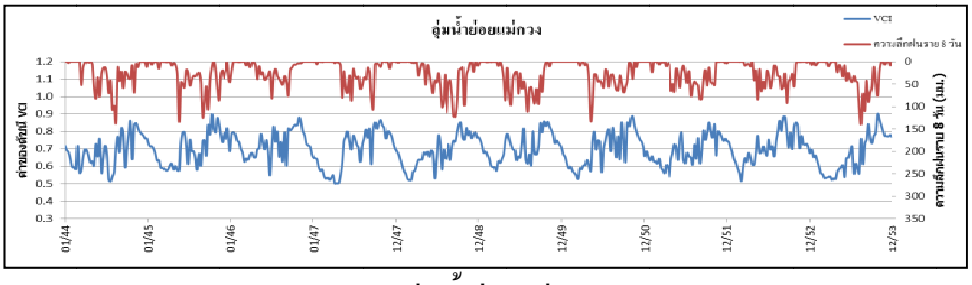


4) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2

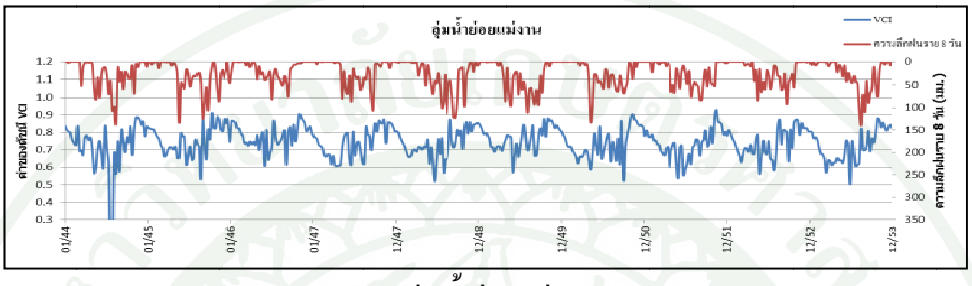


5) ลุ่มน้ำย่อยแม่ริม

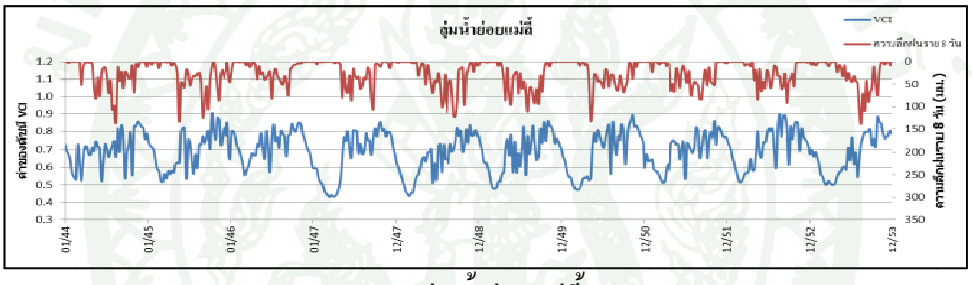
ภาพผนวกที่ ง3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *VCI* ราย 8 วัน และความลึกฝนสะสมราย 8 วัน



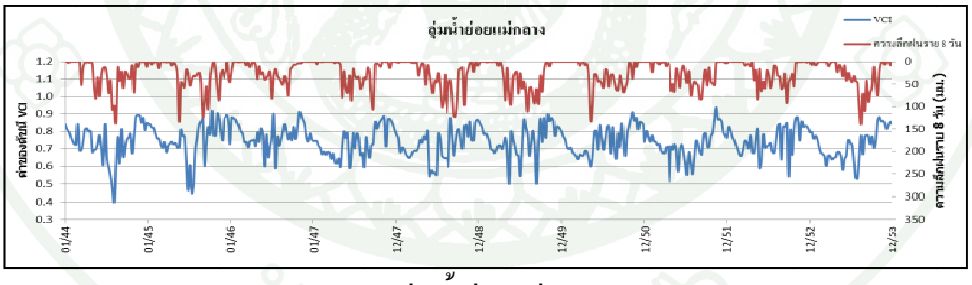
6) ลุ่มน้ำย่อยแม่กวง



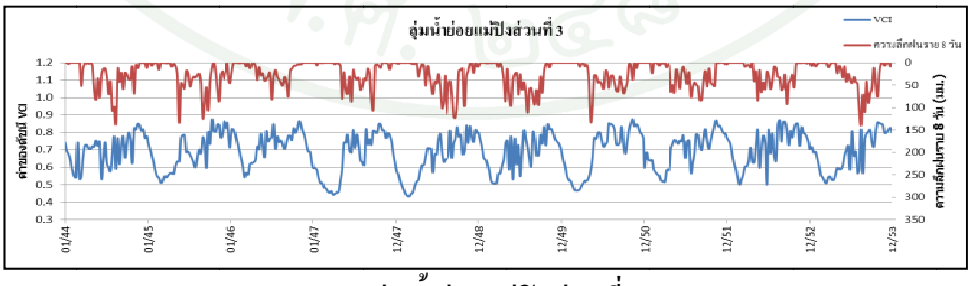
7) ลุ่มน้ำย่อยแม่งาน



8) ลุ่มน้ำย่อยแม่ลี้

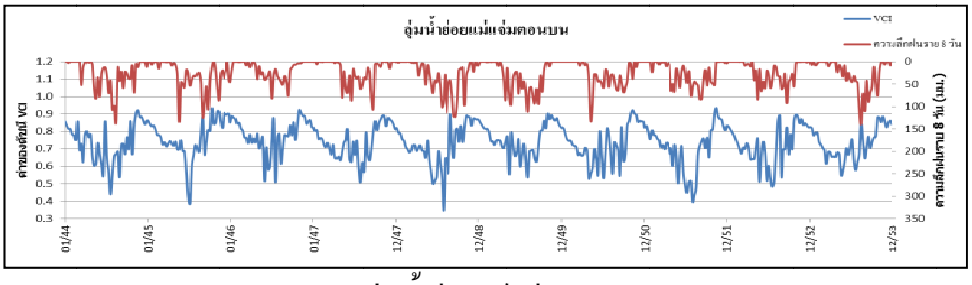


9) ลุ่มน้ำย่อยแม่กลาง

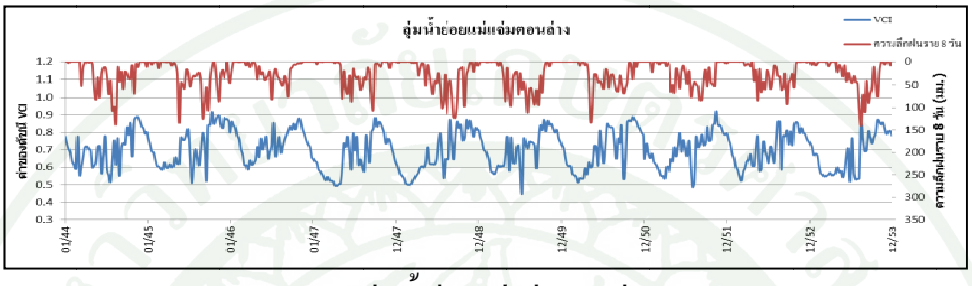


10) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 3

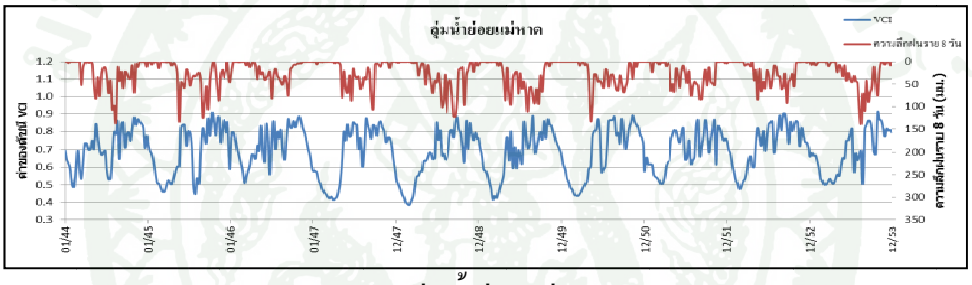
ภาพผนวกที่ ง3 (ต่อ)



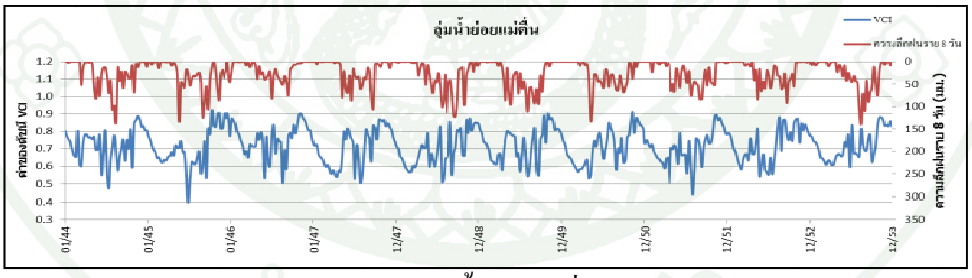
11) ลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนบน



12) ลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนล่าง

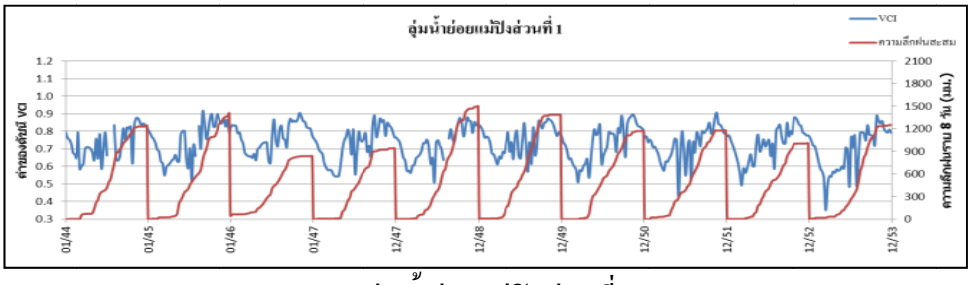


13) ลุ่มน้ำย่อยแม่หาด

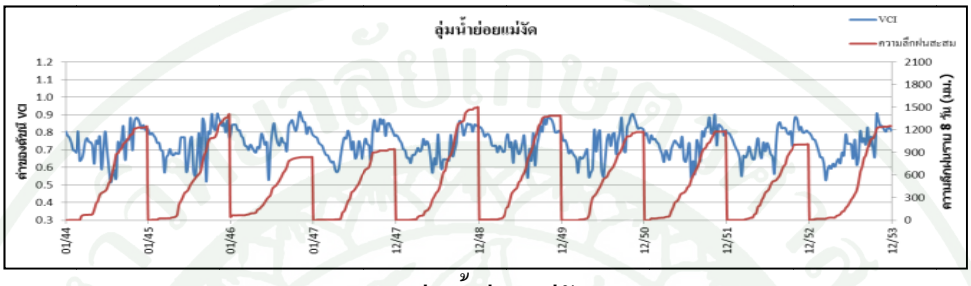


14) ลุ่มน้ำย่อยแม่ตื่น

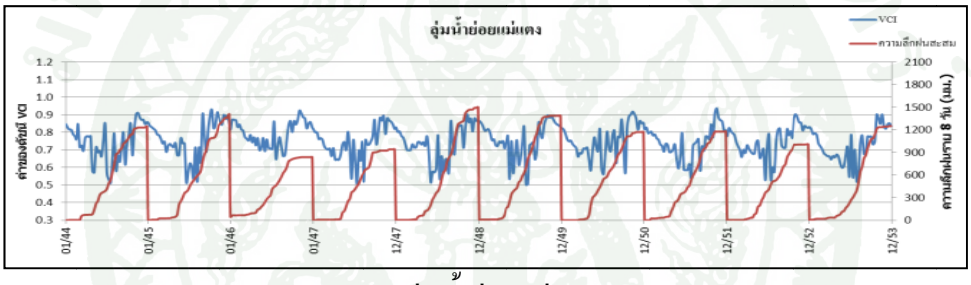
ภาพผนวกที่ ง3 (ต่อ)



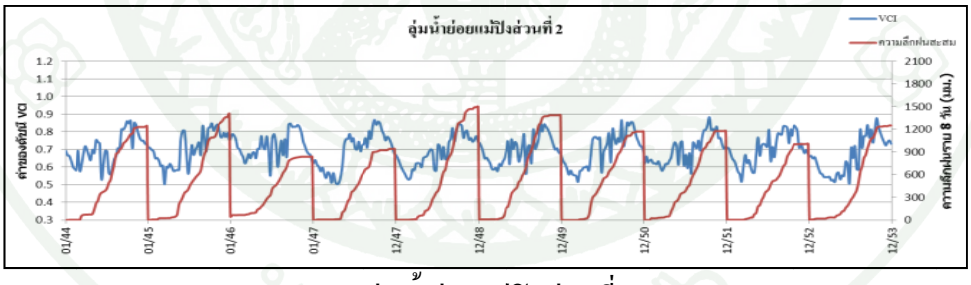
1) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 1



2) ลุ่มน้ำย่อยแม่งัด



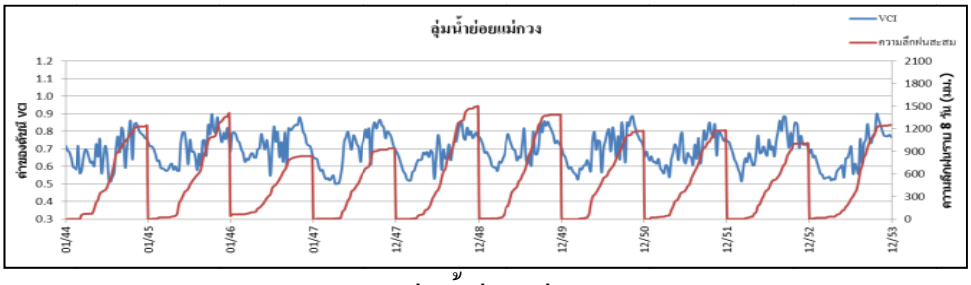
3) ลุ่มน้ำย่อยแม่แตง



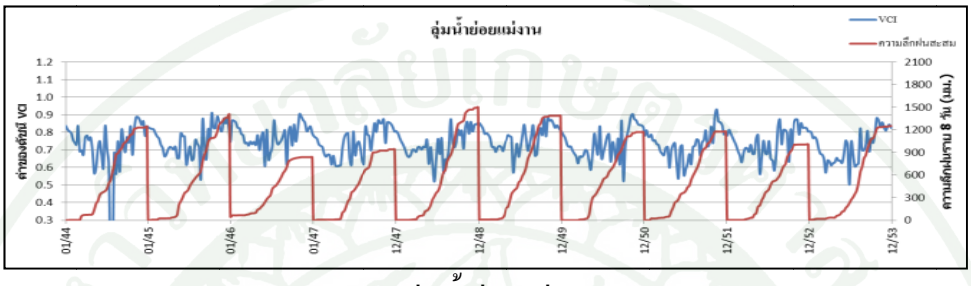
4) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2

5) ลุ่มน้ำย่อยแม่ริม

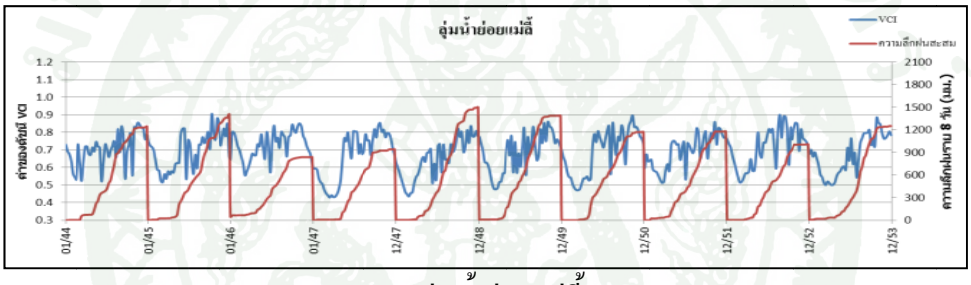
ภาพผนวกที่ ง4 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี *VCI* ราย 8 วัน และความลึกฝนสะสมต่อเนื่องในแต่ละปี



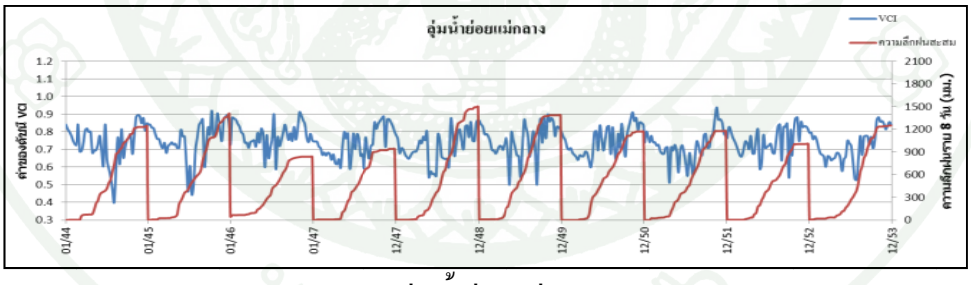
6) ลุ่มน้ำย่อยแม่กวง



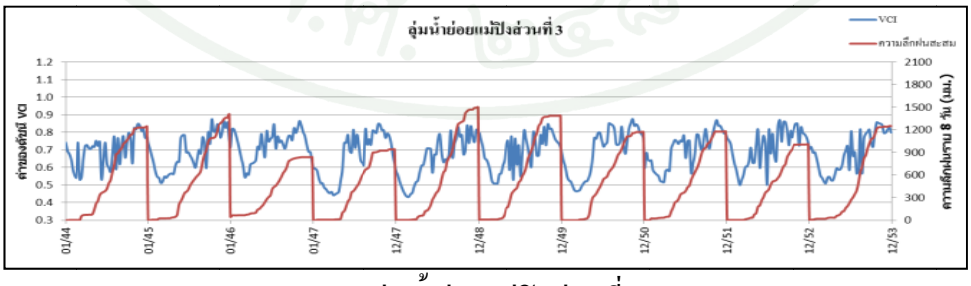
7) ลุ่มน้ำย่อยแม่งาน



8) ลุ่มน้ำย่อยแม่ลี้

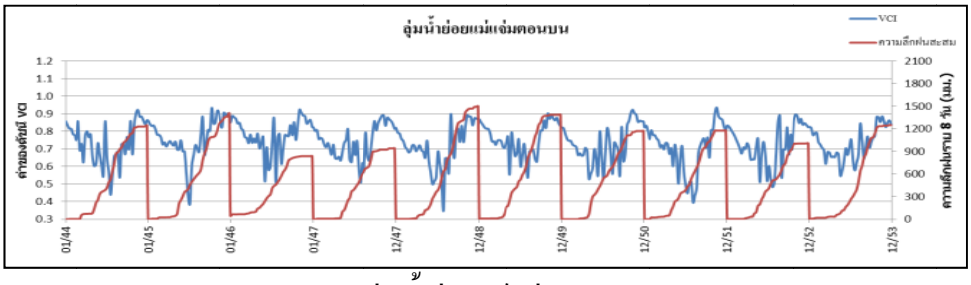


9) ลุ่มน้ำย่อยแม่กลาง

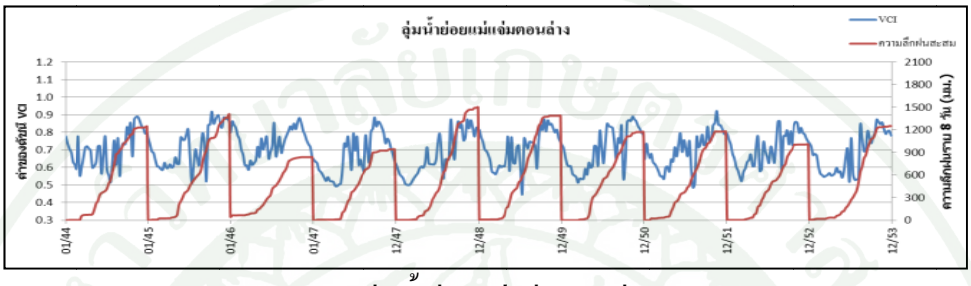


10) ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 3

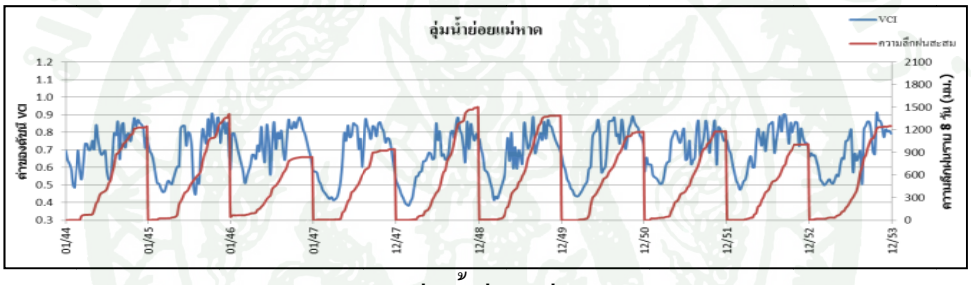
ภาพผนวกที่ ง4 (ต่อ)



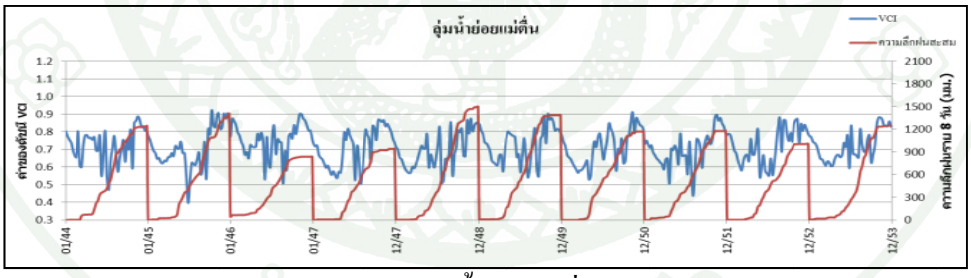
11) ลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนบน



12) ลุ่มน้ำย่อยแม่แจ่มตอนล่าง



13) ลุ่มน้ำย่อยแม่หาด



14) ลุ่มน้ำย่อยแม่ตื่น

ภาพผนวกที่ ง4 (ต่อ)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นายเอกรินทร์ แมะกัน

เกิดวันที่ 12 ตุลาคม 2526

สถานที่เกิด เขตราชเทวี จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา วศ.บ. (เทคโนโลยีธรณี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตำแหน่งปัจจุบัน วิศวกรธรณี

สถานที่ทำงานปัจจุบัน บริษัท จีเอ็มที คอร์ปอรเรชั่น จำกัด

ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ -

ทุนการศึกษาที่ได้รับ -