مجموعه مقالات دانشکده مهندسی عمران ـ دانشگاه صنعتی شریف ـ سال ۱۳۷۹ ـ ص‌ص. ۱۹-۲۹

شبیه سازی تغییرات تراز آب دریاچه‌های هامون[1]

مسعود تجریشی (استادیار)، احمد ابریشم چی (دانشیار)
علی تفرج نوروز (کارشناسی ارشد آب)، سید اویس ترابی (کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی)
حمید طاهری شهرآئینی (کارشناسی ارشد محیط زیست)

چکیده

در این مقاله ضمن مطالعه تغییرات تراز آب دریاچه‌های هامون، نتایج بدست آمده از تحلیل‌های آماری تغییرات تراز سطح آب هامون‌ها و کاربرد عکسهای ماهواره‌ای NOAA در تعیین پوشش سطح برف و تخمین میزان سطح آب هامون‌ها ارائه می‌گردد. انجام این تحلیل‌ها بدون درنظر گرفتن اثر بادهای یکصد و بیست روزه که باعث ایجاد خیزاب و رشد امواج طولی در دریاچه‌ها می‌گردند صورت گرفته است.

کلمات کلیدی: هامون‌های سیستان، تراز سطح آب، شبیه سازی، عکسهای ماهواره‌ای

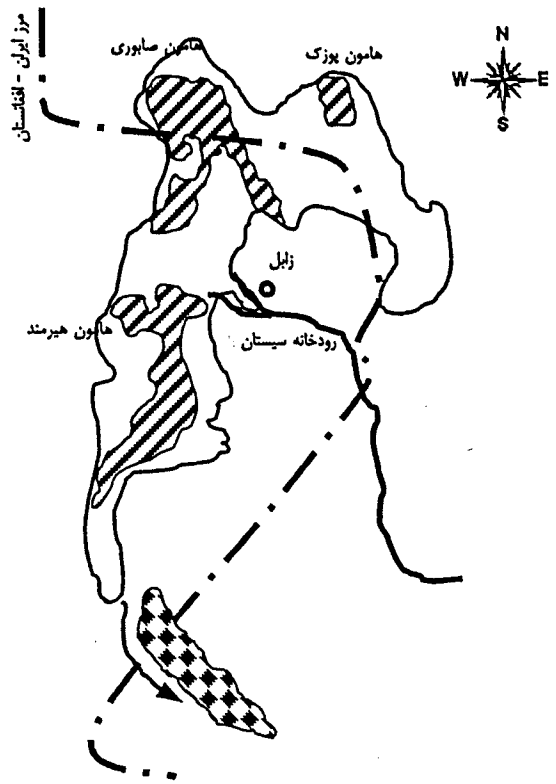
مقدمه

سیستان را زاده هیرمند گفته‌اند، همچنانکه مصر زادهٔ نیل است. هیرمند رگ حیاتی سیستان بوده و مرگ و زندگی این استان در گرو آب این رودخانهٔ حیاتبخش است و یکی از مهمترین منابع تغذیهٔ آب هامون‌ها می‌باشد. از سرزمین هلمند در اوستا به عنوان یازدهمین سرزمین نیک که اهورا آفریده، یاد شده است. دریاچه هامون منتهی‌الیه گودی و کاسهٔ سیستان بوده و روانابهای سطحی به وسعت ۳۷۶ ۰۰۰ کیلومتر مربع در نهایت به هامون‌ها می‌ریزد. مجموعه تالابی هامون را می‌توان به سه ناحیه هامون هیرمند در مغرب و جنوب غربی، هامون سابوری در شمال غربی و هامون پوزک در شمال شرقی سیستان تقسیم نمود. در سالهای پرآبی معمولاً در فصل بهار این سه هامون به یکدیگر متصل شده و تشکیل پهنه واحدی را می‌دهند (شکل ۱ و ۲). در دوره‌های پرآبی، آب هامون هیرمند از انتهای جنوبی آن سرریز کرده و از رودخانهٔ عریض و عمیق شیله به گودزره در خاک افغانستان روان می‌شود. در چنین مواردی که بندرت و هرچند سال یکبار رخ می‌دهد، آب در هامون هیرمند در جهت شمال به جنوب حرکت می‌کند. دریاچه‌های هامون با وسعت حدود ۴۰۰۰ کیلومتر مربع، بزرگترین تالاب فلات ایران و هفتمین تالاب بین‌المللی آب شیرین ثبت شده در کنوانسیون بین‌المللی رامسر قلمداد می‌شوند که قسمتی از آن در خاک افغانستان ($1500 Km^2$) و مابقی درخاک ایران قرار گرفته است[۱]. متأسفانه قسمتی از دریاچه‌ها که در خاک ایران قرار گرفته عمق چندانی ندارد، اما قسمت عمیق‌تر در داخل خاک افغانستان قرار گرفته است. عمق متوسط دریاچه دو متر و حجم کل آبگیری آن بین ۵ تا ۸ میلیارد مترمکعب آب شیرین گزارش شده است.

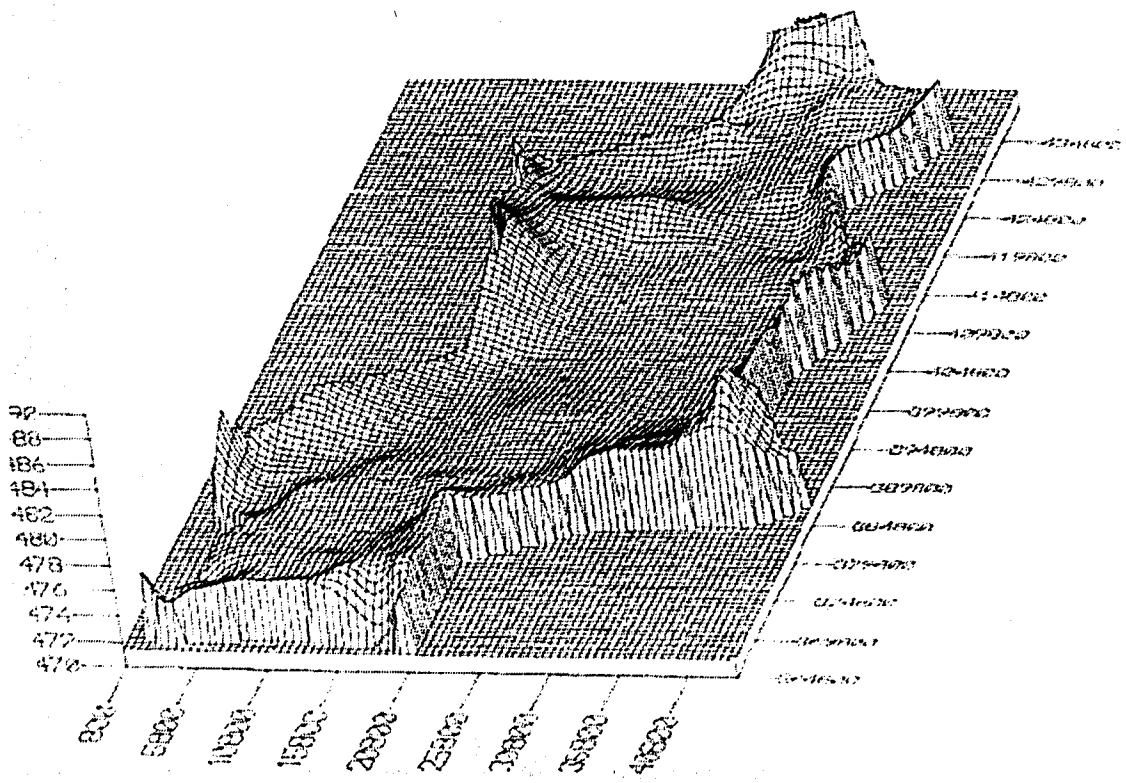
با آنکه این دریاچه‌های آب شیرین تنها منبع آب در دشت سیستان به شمار می‌آیند و از بزرگترین دریاچه‌های فصلی فلات ایران

---

۱ ـ این مقاله حاصل تحقیقات سال اول نگارندگان در چارچوب پروژه دو ساله "شبیه سازی و آنالیز تناوب تراز آب دریاچه‌های هامون" در سیستان می‌باشد.



شکل ۱ - موقعیت هامون ها نسبت به یکدیگر، سرریز سرشیله و گودزره



شکل ۲ - نقشه سه بعدی هامون هیرمند

می‌باشند، متأسفانه اطلاعات زیادی در مورد این منبع آبی در داخل کشور و در مراجع خارجی وجود ندارد و مطالعات و تحقیقاتی که تاکنون در زمینه شناسایی این محیط‌های آبی به انجام رسیده است به هیچ وجه درخور اهمیت ملی و بین‌المللی آن نبوده است. به منظور شناخت بیشتر از این دریاچه‌ها جهت بهره برداری بهینه از آنها و شناخت بهتر از میزان آب و پیش بینی تغییرات تراز آب هامونهاکه در طراحی سازه‌های اطراف هامون‌ها کاربرد مناسبی دارند، مطالعات دو ساله‌ای درنظر گرفته شد که نتایج سال اول این تحقیقات که شامل شبیه سازی تغییرات تراز سطح آب دریاچه‌های هامون می‌باشد در این مقاله ارائه می‌گردد.

هیدرولوژی مجموعه هامون‌ها

همانگونه که در مقدمه ذکر شد، مجموعه تالابی هامون را می‌توان به سه ناحیه هامون هیرمند در مغرب و جنوب غربی، هامون سابوری در شمال غربی و هامون پوزک در شمال شرقی سیستان تقسیم نمود. سطح آب این هامونها در فصول مختلف و سال به سال نیز متغیر است. صافی و مسطح بودن بیش از حد، عدم وجود موانع طبیعی در مقابل توسعه هامونها و طبیعت متغیر بارندگی برف و بارش بارندگی در حوزه اصلی که در نتیجه تغییرات سال به سال جریانات سطحی را موجب می‌گردد باعث شده تا سطح آب این هامونها در فصول مختلف و سال به سال متغیر باشد. در زمان پر آبی بعد از اتصال سه دریاچه بهم، معمولاً آب هامون هیرمند توسط سرریز شیله که در قسمت جنوبی هامون هیرمند واقع شده، به گودزره واقع در خاک افغانستان تخلیه می‌شود. بر اثر کاهش جریانات ورودی به هامونها و خروج آب توسط سرریز شیله در زمان پر آبی و همچنین تبخیر شدید که می‌توان عامل آنرا بادهای ۱۲۰ روزه دانست، سطح آب هامونها شروع به افت نموده و در اینجا مجموعه تالابی هامون به سه قسمت مجزای اصلی یعنی سابوری، پوزک و هیرمند تقسیم می‌شود[۲].

در زمانهای گذشته برای اندازه‌گیری نوسانات سطح آب هریک از هامونها، ایستگاههای اندازه‌گیری در هریک از هامونها در نظر گرفته شده بود که تراز سطح آب را به طور روزانه قرائت می‌کردند. در حال حاضر به علت خالی از سکنه شدن روستاهای نزدیک به این ایستگاهها و رسوب گذاری که در این ایستگاه‌ها صورت گرفته، فقط یک ایستگاه در هامون پوزک (چنگ خرگوشی) بصورت نامنظم مورد قرائت قرار می‌گیرد.

با بررسی نوسانات سالیانه و روزانه (نوسانات متوسط و حداکثر) سطح آب در دوره آماری موجود برای هامون هیرمند (سالهای آبی ۴۳-۴۲ تا ۷۰-۶۹) و هامون سابوری (سالهای آماری ۶۴-۶۳ تا ۷۰-۶۹) می‌توان بدین نتیجه رسید که در هامون هیرمند بیشترین افزایش سطح آب از اواسط اسفندماه تا تیرماه روی داده و حداکثر تراز آن در خردادماه مشاهده گردیده است (معادل ۴۷۴/۱۶ متر). حداکثر تراز سطح آب مشاهده شده مربوط به سال ۷۰-۱۳۶۹ در حدود ۴۷۶/۶۲ متر می‌باشد که در فروردین ماه سال ۱۳۷۰ ثبت گردیده است. این رقم بیانگر ارتفاع آبی برابر با ۴/۱۲ متر در ایستگاه کوه خواجه می‌باشد. معمولاً افزایش سطح آب هامون سابوری از دهه دوم اسفندماه شروع و تا دهه سوم خرداد ادامه می‌یابد و در این میان اردیبهشت ماه دارای بیشترین سهم بوده است. بررسی نوسانات متوسط و حداکثر سطح آب در طول دوره آماری نشان می‌دهد که تغییرات شدیدی در طول دوره آماری در سطح آب هامون سابوری رخ داده که حداکثر سطح آب در این طول دوره آماری معادل ۴۷۷/۴۸ متر از سطح دریا بوده که بیانگر ارتفاعی برابر ۴/۳۵ متر در ایستگاه خاریکه می‌باشد[۳].

هامون پوزک در ایران بصورت چند برکه جدا ازهم وجود دارد که در مواقع پرآبی به یکدیگر متصل می‌گردند. بزرگترین این برکه‌ها، چونگ خرگوشی نام دارد که با وسعتی حدود ۳۰۰۰۰ هکتار در نزدیکی مرز شرقی ایران واقع شده است. آب چونگ خرگوشی صاف و شیرین بوده و حداکثر عمق آن از ۳ متر تجاوز نمی‌کند. رودخانه پریان مشترک عمده‌ترین منبع آب هامون پوزک است به همین دلیل می‌توان اظهار نظر کرد که سطح آب در هامون پوزک ارتباط مستقیمی با آبدهی رودخانه پریان مشترک دارد. تجهیزاتی که در ایستگاه آب سنجی چونگ خرگوشی به کار برده شده اشل می‌باشد و آمار موجود مربوط به سالهای آبی ۶۴-۶۳ تا

۷۸-۷۷ است. با مشاهده آمار تراز سطح آب در این سالها می‌توان به این نتیجه رسید که حداکثر تراز سطح آب که در سالهای گوناگون رخ داده است، اغلب مربوط به ماههای فروردین و اردیبهشت است. هرچند که در بعضی از سالها، در ماههای مهر، آبان و بهمن نیز حداکثر تراز آب سالانه روی داده است. باتوجه به اینکه دریاچه هامون پوزک دارای طولانی‌ترین آمار سطح آب می‌باشد، در این مطالعات آمار ایستگاه چونگ خرگوشی مورد استفاده قرار گرفته است[۴].

با توجه به منحنی تغییرات حجم آبدهی روزانه رودخانه هیرمند از سال ۱۳۳۷ تا ۱۳۷۰ می‌توان نتیجه‌گیری نمود که معمولاً از اواسط فصل بهار حجم آب ورودی به هامونها از انشعابات رود هیرمند نقصان می‌یابد و بطور همزمان با گرم شدن هوا و شروع بادهای ۱۲۰ روزه شدت تبخیر افزایش یافته و بدین ترتیب سطح آب در هامونها از اواخر بهار افت می‌کند. کاهش سطح تالاب تا پرآب شدن مجدد رودخانه‌ها که معمولاً تا نیمه زمستان بطول می‌انجامد، ادامه می‌یابد[۵]. ارتباط بین حداکثر تراز آب در ایستگاه کوه خواجه (هامون هیرمند) و آبدهی سالانه رودخانه هیرمند در دوره بازگشتهای متفاوت در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ - تراز سطح آب در هامونها با دوره‌های بازگشت متفاوت

حجم سالانه هیرمند (MCM)			
دوره بازگشت	در دوشاخه	در هامون	سطح آب در هامون (m)
۲/۳۳	۵۸۵۰	۴۶۰۰	۴۷۴/۳۵
۵	۷۴۰۰	۶۱۵۰	۴۷۴/۸۵
۱۰	۸۹۰۰	۷۶۵۰	۴۷۵/۳۰
۲۵	۱۱۳۰۰	۱۰۰۵۰	۴۷۶/۱۰
۵۰	۱۳۴۵۰	۱۲۲۰۰	۴۷۶/۹۵
۱۰۰	۱۶۰۰۰	۱۴۷۵۰	۴۷۸/۰۰

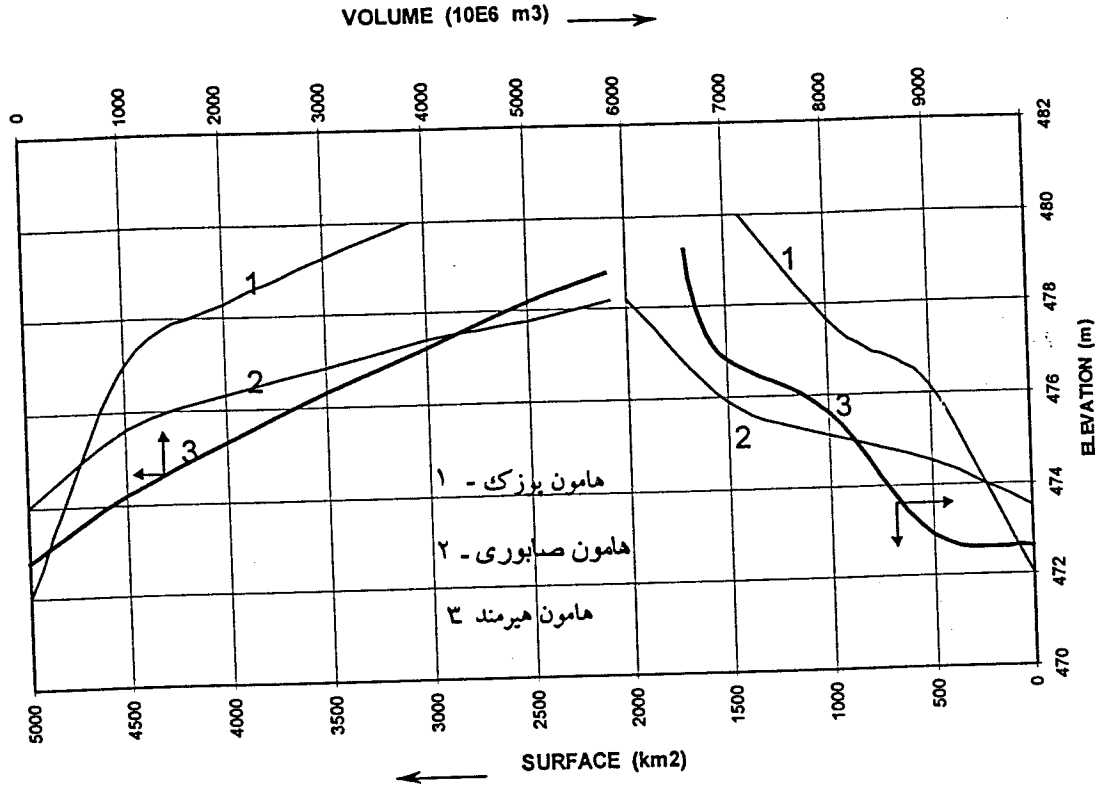
هیدرولیک مجموعه هامون‌ها

در این تحقیق با استفاده از مطالعات شرکت مهندسین مشاور تهران سحاب که براساس اطلاعات کسب شده از نقشه تیت (Tate) انگلیسی تهیه شده و همچنین عملیات نقشه برداری که در سال ۱۳۷۹ توسط شرکت فرازمین به دستور دفتر مطالعات آب و محیط‌زیست دانشکده عمران دانشگاه صنعتی شریف انجام پذیرفت، منحنی‌های سطح، حجم و ارتفاع هامونها محاسبه گردید (شکل ۳ و ۴). با استفاده از نتایج بررسی‌های انجام شده می‌توان یک مدل هیدرولیکی برای هامونهای سیستان به شرح ذیل ارائه نمود.

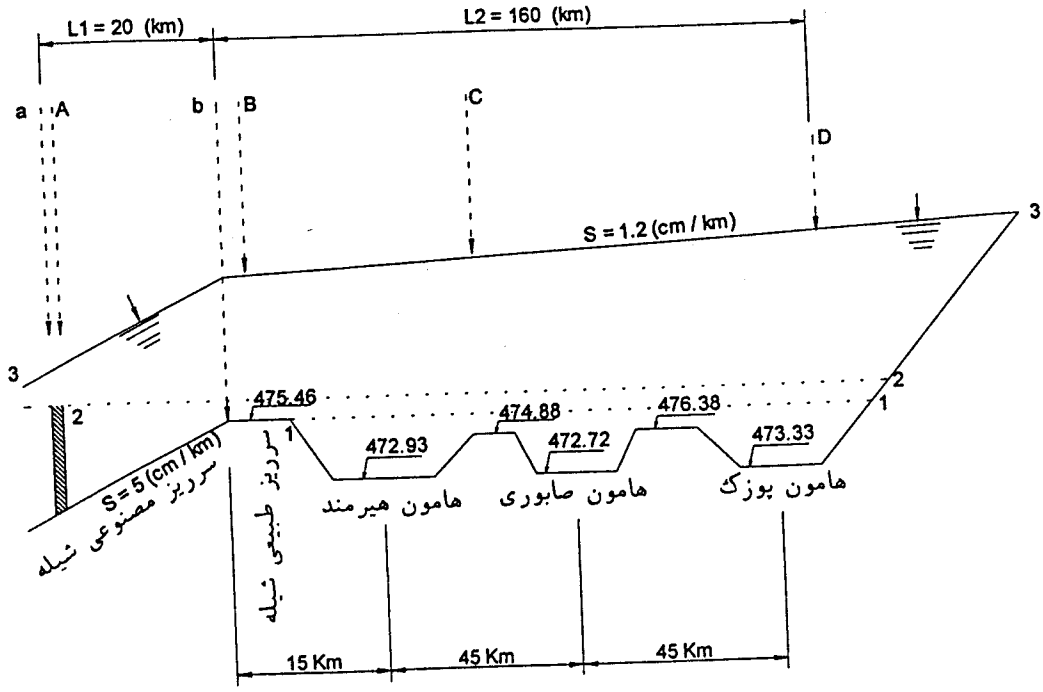
رقوم سرریز از هامون پوزک و چونگهای آن به محدوده هامون سابوری را می‌توان حدود ۴۷۶ الی ۴۷۶/۲ متر درنظر گرفت و رقوم سرریز از هامون سابوری به هامون هیرمند را نیز حدود ۴۷۶/۴ الی ۴۷۶/۶ برآورد نمود. آب از هامون هیرمند در رقوم ۴۷۵/۳ به شیله جاری می‌گردد. البته قابل ذکر است که رقوم ۴۷۵/۳ مربوط به زمان قبل از سیلاب ۷۰-۱۳۶۹ است که بعد از سیلابهای ۷۰-۶۹ و ۷۱-۷۰ پیشرفت پنجه‌های فرسایش یقیناً رقوم سرریز را پایین برده است. با اتمام کارهای نقشه‌برداری در سال آینده و برداشت رقوم‌های کلیدی از رقوم متوسط هامون‌ها می‌توان اطلاعات بسیار ارزشمندی را از چگونگی نحوهٔ اتصال این هامون‌ها به یکدیگر و تغییرات پروفیل و شکل هامون‌ها ارائه نمود.

بررسی تغییرات سطح آب در هامون پوزک

باتوجه به اینکه هامون پوزک دارای طولانی‌ترین دوره آماری می‌باشد، بررسی و تحلیل تغییرات تراز آب و تحلیل‌های آماری



شکل ۳ - منحنی های سطح - حجم - ارتفاع هامونها



شکل ٤ - مدل هیدرولیکی رقوم سرریز از هامونها

جهت تعیین نمودارهای تناوب حداکثر تراز و تهیه نمودارهای تناوب وقوع شرطی حداکثر سطح آب بر روی آمار این ایستگاه انجام می‌گردد. در شکل (۵) حداکثر تراز آب رخ داده در کل دورهٔ آماری موجود در هر ماه نشان داده شده است. همانطور که از این شکل مشخص می‌باشند، فروردین و اردیبهشت انتظار تراز آب بالاتری نسبت به سایر ماه‌های سال می‌توان انتظار داشت. در شکل (۶ و ۷) حداکثر تراز آب رخ داده و تغییرات متوسط سالانه تراز آب ارائه گردیده‌اند. همانطور که ملاحظه می‌گردد در سال آبی ۷۹-۱۳۷۸ کاهش شدیدی در میزان حداکثر تراز آب سالانه مشاهده گردیده بصورتیکه در سال آبی ۸۰-۱۳۷۹ تقریباً هیچ آبی در این هامون مشاهده نگردیده است[۶].

جهت بدست آوردن توزیع آماری مناسب برای تحلیل تراز حداکثر عمق آب سالانه در محل ایستگاه چونگ خرگوشی، توزیع‌های آماری پیرسون نوع ۳، لوگ پیرسون نوع ۳، گامبل نوع ۱، نرمال و توزیع نرمال ۲ پارامتری مورد بررسی قرار گفته‌اند که باتوجه به مجموع مربعات باقیمانده (RSS)، توزیع لوگ پیرسون نوع ۳ انتخاب گردیده است[۷]. شکل (۸) پیش بینی‌های انجام شده توسط توزیع‌های مختلف آماری باتوجه به دوره بازگشتهای مختلف را نشان میدهد. باتوجه به انتخاب توزیع لوگ پیرسون نوع ۳، می‌توان از این نوع توزیع برای تخمین حداکثر عمق آب سالانه در محل ایستگاه چونگ خرگوشی در هامون پوزک استفاده نمود. شکل (۹) پیش بینی‌های انجام شده توسط این نوع توزیع با توجه به دوره بازگشتهای مختلف را نشان می‌دهد.

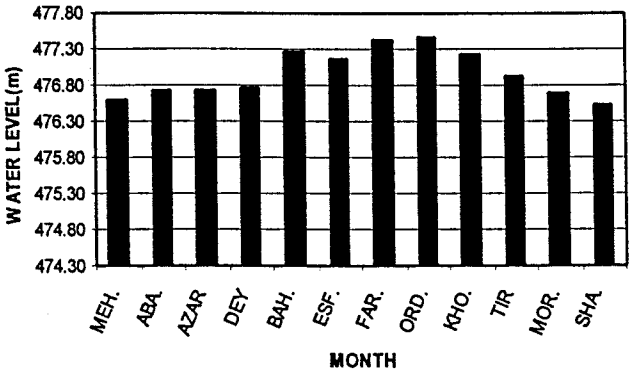
بررسی همبستگی در سری زمانی حداکثر عمق آب سالانه

نتایج بررسی‌های شبکه عصبی و تحلیل سری‌های زمانی باتوجه به همبستگی نگار برای حداکثر عمق آب سالانه نشان می‌دهد که داده‌های مربوط به حداکثر عمق آب سالانه مستقل از یکدیگر هستند و هیچگونه همبستگی ندارند. همبستگی نگار برای حداکثر عمق آب سالانه در شکل (۱۰) رسم شده است. همانطور که این شکل نشان می‌دهد ضرائب خود همبستگی برای لگ‌های (LAG) مختلف در داخل حدود اطمینان ۹۵ درصد واقع شده‌اند. بنابراین داده‌های مربوط به حداکثر عمق آب سالانه مستقل از یکدیگر هستند و هیچگونه همبستگی وجود ندارد. همچنین همبستگی نگار جزئی شکل (۱۱) نشان دهندهٔ عدم وجود همبستگی در سری زمانی مربوط به حداکثر عمق آب سالانه در هامون پوزک می‌باشند.

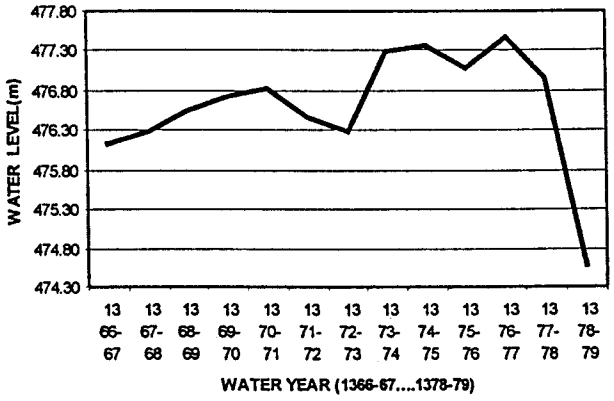
استفاده از عکسهای ماهواره‌ای

همانطور که ذکر شد برآورد و پیش بینی تغییرات تراز سطح آب در هامونها کمک بسیار زیادی به چگونگی بهره برداری از هامونها و طراحی سازه‌های اطراف آن خواهد نمود. غیر از روشهای آماری جهت استفاده در طراحی سازه‌ها و بهره برداری از اینگونه سیستم‌های پیچیده و عظیم، استفاده از عکسهای ماهواره‌ای یک گزینه مناسب جهت پیش بینی تراز و سطح آب به شمار می‌رود. اطلاعات سنجش از دور به دلیل دید یکپارچه و وسیع، قابلیت تفکیک طیفی، تهیه و پوشش‌های تکراری و ارزان بودن اطلاعات در مقایسه با سایر روشهای گردآوری اطلاعات از قابلیت‌های ویژه‌ای برخوردار است. از سال گذشته فعالیتهای گسترده‌ای در دفتر مطالعات آب و محیط زیست از کاربرد اینگونه عکسها برای برآورد آب بالقوه موجود در حوزه آبریز هیرمند در افغانستان صورت گرفته است[۶].

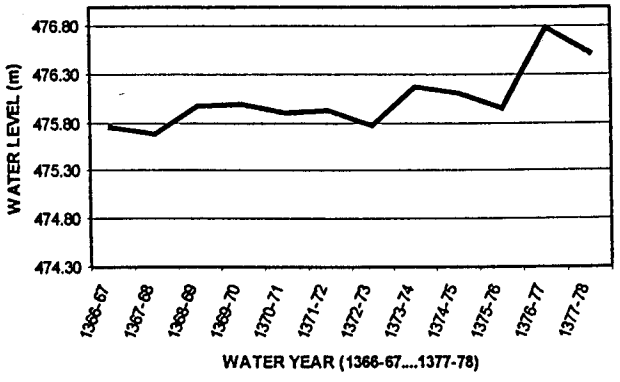
با استفاده از سنجندهٔ AVHRR ماهوارهٔ NOAA می‌توان نقشه‌های پوشش سطح برف در بالادست حوزهٔ هیرمند در افغانستان و سطح آب در هامون‌ها را بدست آورد. نتایج بدست آمده از تحلیل عکسهای ماهواره NOAA رابطه‌ای را بدست آورده که با تعیین سطح پوشش برف در بهمن ماه و مساحت هامونها در خرداد ماه و برقراری ارتباط بین آنها و ایجاد یک مدل آماری، می‌توان جهت پیش بینی‌های تراز سطح آب از آن استفاده نمود. جدول (۲) مساحت هامونها در فصل ذوب برف (اوایل خردادماه) و سطح پوشش برف حوزهٔ آبریز هیرمند در افغانستان را در اواسط زمستان طی سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۰ میلادی را نشان می‌دهد شکل ۱۲ و ۱۳ به ترتیب



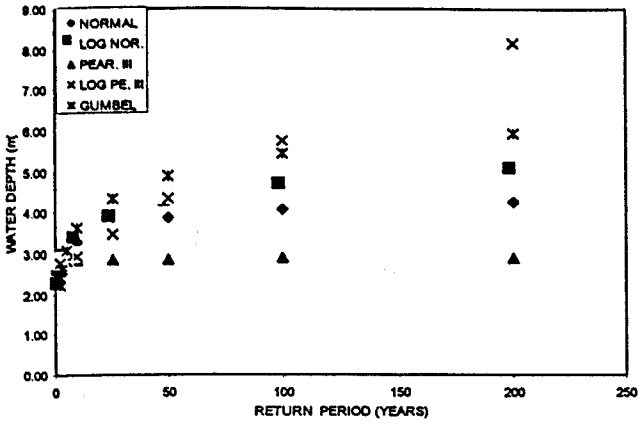
شکل ۵ – ماکزیمم تراز آب مشاهده شده در هر ماه



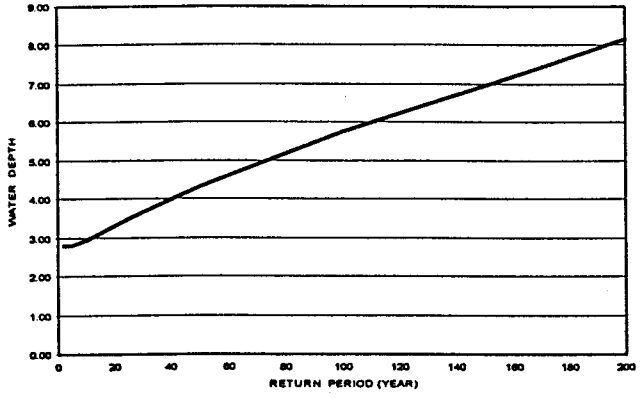
شکل ٦ – تغییرات حداکثر تراز آب سالانه



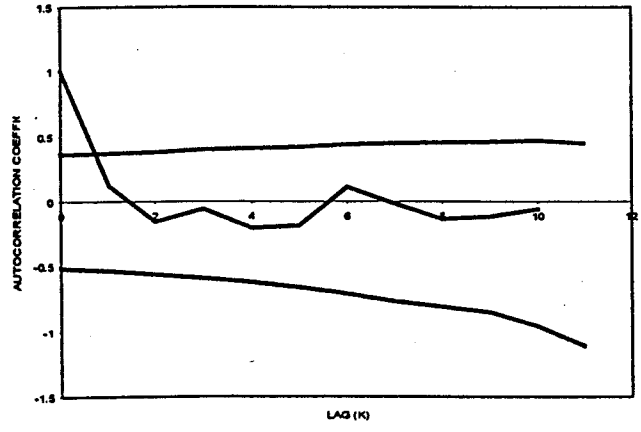
شکل ۷ – تغییرات متوسط تراز آب سالانه



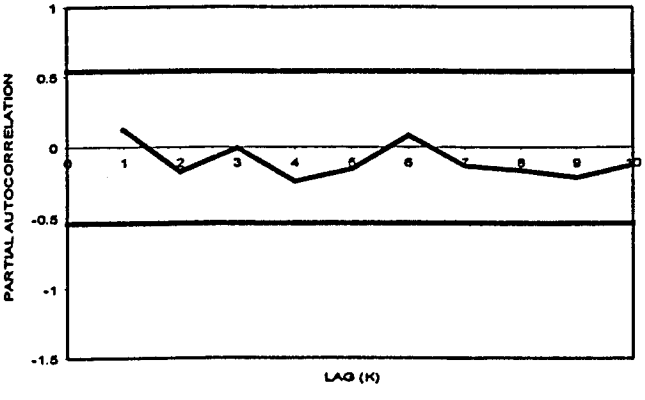
شکل ۸ - نتایج بدست آمده از توزیع‌هـــای آمـــاری گوناگون بـا توجـه بـه دوره بازگشتهای مختلف



شکل ۹ - پیش بینـی انجـام شـده توسـط توزیـع لـوگ پیرسون نوع ۳



شکل ۱۰ - همبستگی نگـار بدست آمده بـــرای حداکـثر عمق سالانه

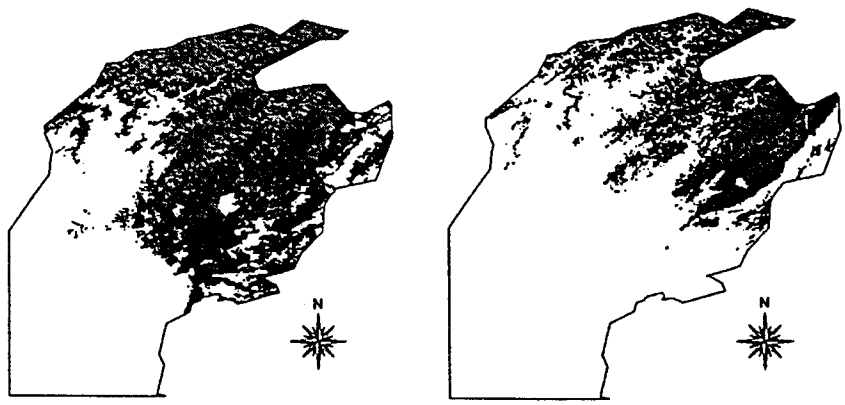


شکل ۱۱- همبستگی نگـار جزئـی بدسـت آمـده بـرای حداکثر عمق آب سالانه

سطح پوشش برف حوزهٔ آبریز هیرمند و مساحت آب موجود در هامونها طی سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۰ میلادی را نشان می‌دهد. جهت پردازش این عکسها ماهواره‌ای از نرم‌افزار ILWIS استفاده گردیده است[۶]. با استفاده از این سطح‌ها و نقشه‌های توپوگرافی دریاچه‌ها که در حال برداشت می‌باشند می‌توان تغییرات تراز را در هر یک از این دریاچه‌ها در اواخر فصل بهار بدست آورد.

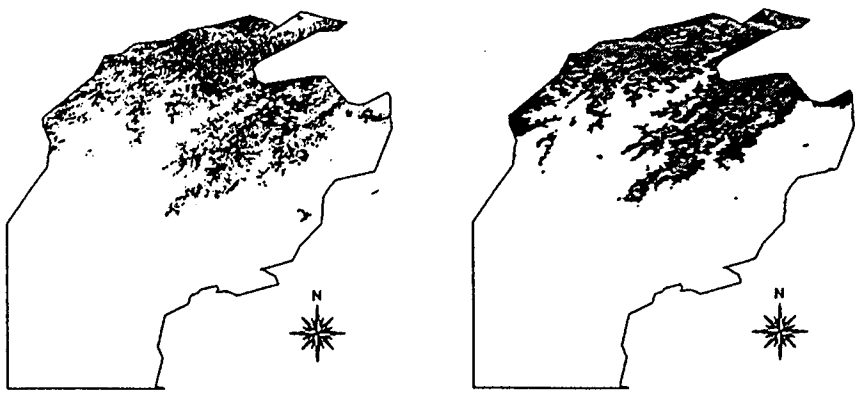
جدول ۲ - مساحت پوشش برف و مساحت هامونها طی سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۰ میلادی

سال (میلادی)	مساحت پوشش برف (Km^2)	مساحت هامونها (Km^2)
۱۹۹۷	۴۱۹۴۶	۲۱۳۸
۱۹۹۸	۷۸۳۲۷	۳۸۷۶
۱۹۹۹	۴۰۸۹۴	۲۱۸۲
۲۰۰۰	۲۳۱۹۳	۲۲۹



تاریخ : ۱۳۷۵/۱۰/۲۰ (۸ فوریه ۱۹۹۷ میلادی)
مساحت : ۴۱۹۴۶ کیلومتر مربع

تاریخ : ۱۳۷۶/۱۱/۶ (۲۴ فوریه ۱۹۹۸ میلادی)
مساحت : ۷۸۳۲۷ کیلومتر مربع



تاریخ : ۱۳۷۷/۱۱/۷ (۲۵ فوریه ۱۹۹۹ میلادی)
مساحت : ۴۰۸۹۴ کیلومتر مربع

تاریخ : ۱۳۷۸/۱۱/۸ (۲۶ فوریه ۲۰۰۰ میلادی)
مساحت : ۲۳۱۹۳ کیلومتر مربع

شکل ۱۲ - سطح پوشش برف حوزهٔ آبریز هیرمند طی سالهای ۱۹۹۷ - ۲۰۰۰ میلادی

تاریخ : ۱۳۷۷/۲/۲۷ (۱۶ می ۱۹۹۸ میلادی)
مساحت : ۳۸۷۶ کیلومتر مربع

تاریخ : ۱۳۷۶/۲/۲۹ (۱۸ می ۱۹۹۷ میلادی)
مساحت : ۲۱۳۸ کیلومتر مربع

تاریخ : ۱۳۷۹/۲/۲۷ (۱۶ می ۲۰۰۰ میلادی)
مساحت : ۲۲۹ کیلومتر مربع

تاریخ : ۱۳۷۸/۲/۲۸ (۱۷ می ۱۹۹۹ میلادی)
مساحت : ۲۱۸۲ کیلومتر مربع

شکل ۱۳ - مساحت آب موجود در هامونها طی سالهای ۱۹۹۷ - ۲۰۰۰ میلادی

نتیجه گیری

در این مقاله نتایج مطالعات مربوط به شبیه سازی تغییرات تراز سطح آب هامونها ارائه گردید. نتایج نشان می‌دهد که با توجه به عدم دستیابی به یک مدل مناسب شبکه عصبی، استفاده از روشهای آماری و استفاده از عکسهای ماهواره‌ای کمک بسیار زیادی به چگونگی بهره برداری از دریاچه هامونها و پیش بینی تغییرات تراز سطح آب هامونها می‌نماید. با توجه به اثر بادهای یکصدوبیست روزه که باعث ایجاد خیزاب و رشد امواج طولی در دریاچه می‌گردند، و این عمل بطور محسوسی سطح آب در هامون‌ها را بصورت مقطعی بالا می‌برد، ادامهٔ مطالعات باید براساس درنظر گرفتن اثر این بادها بر ترازها انجام گردد. در ادامهٔ این مطالعات ضمن بررسی نحوهٔ تغییرات سرعت و جهت باد در هامونها و مطالعات آماری توزیع باد، به تخمین اثرات باد در نوسانات سطح آب در هامونها پرداخته شده و میزان بالاروی امواج برروی دریاچه تخمین‌زده‌انجام خواهدشد. این‌امر کمک بسیار زیادی به‌بررسی دقیق‌تر تراز آب درهامون‌ها خواهدنمود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر بصورت خلاصه حاصل از طرح تحقیقاتی مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی شریف است. بر خود لازم می‌دانیم تا از حمایتهای معاونت محترم پژوهشی دانشگاه سپاسگذاری نماییم. همچنین از سازمان سنجش از سازمان سنجش از دور در قراردادن عکسهای ماهواره‌ای و از سرکار خانم ابوطالبی و سرکار خانم خیرآبادی که کارهای اداری این مطالعات و تایپ این گزارش را به عهده داشته‌اند صمیمانه تشکر می‌شود.

مراجع

۱. سازمان حفاظت محیط‌زیست. تالاب هامون، انتشارات دفتر روابط عمومی و ارشاد. ۱۳۶۴.

2. Klinsley, D. A Geomorphological and Paleoclimatological Study of the Playas of Iran, United States Geological Survey, U.S. Department of the Interior. 1970.

۳. شرکت مهندسین مشاور تهران سحاب. گزارش ویژه ب - ۲، هیدرولوژی (د)، فصل ٦ - هیدرولوژی هامونها، گزارش شماره ۳۳. ۱۳۷۱.

۴. دفتر مطالعات آب و محیط‌زیست. گزارش فنی (الف). هیدرولوژی رودخانه سیستان، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شریف. شهریور ۱۳۷۹.

۵. دفتر مطالعات آب و محیط زیست. گزارش فنی (ب). محاسبه بالاروی از روی گوره‌های هامون هیرمند، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شریف. بهمن ۱۳۷۹.

٦. دفتر مطالعات آب و محیط‌زیست. گزارش برآورد مقادیر آب بالقوه موجود در حوزه‌های رودخانه‌ای کوهستانی هیلمند در افغانستان از طریق تفسیر مقدار پوشش برف و تخمین میزان برفاب حاصله در برنامه ریزی‌های منابع آب، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شریف. ۱۳۷۹.

۷. تفرج نوروز، علی. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به تراز آب هامون پوزک، تعریف پروژه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف. ۱۳۷۹.