سال نهم/ ویژه‌نامه/ بهار ۱۳۹۱
اولین کنفرانس ملی جلبک‌شناسی ایران
Vol.9/ Special Issue/ Spring 2012
The First National Conference of Phycology of Iran
۸۷-۹۶

بررسی اکولوژیک سرچشمه چشمه آبگرم کیله سفید سرپل ذهاب، کرمانشاه، ایران

رضا رمضان نژاد قادی[۱*]، حمیدرضا قاسمی[۲]، اسلام عطازاده[۳] و مهدی زاهدی[۴]

۱- دانشجوی دکتری، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان
۲-کارشناس ارشد، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور اسلام آباد غرب
۳- دانشجوی دکتری، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی کرمانشاه
٤- کارشناس ارشد، گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۹۰/٤/۹ تاریخ پذیرش: ۹۰/٦/۱

چکیده

به منظور بررسی ترکیب گونه‌ای و خصوصیات فیزیکو شیمیایی چشمه گرم کیله سفید سر پل ذهاب، عوامل زیست محیطی موثر بر چشمه مذکور مورد مطالعه قرار گرفت. عوامل شیمیایی و فیزیکی (سولفات، نیترات، کلر، فسفات، سیلیس، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، هدایت الکتریکی، کدورت) و همچنین ویژگی‌های زیستی (ترکیب گونه‌ها، کلروفیل *a*، وزن خشک، شاخص اتوتروفیک و وزن خشک بدون خاکستر) اندازه‌گیری شد. در طول سال دمای چشمه گرم تقریبا ثابت باقی مانده و در فصل تابستان درجه حرارت آن همواره پایین‌تر از دمای محیط بود. بالا بودن غلظت سولفات و هدایت الکتریکی از ویژگی‌های برجسته این چشمه گرم است. نمونه آب و قلوه سنگ‌ها از سرچشمه جمع‌آوری شد. شش گونه از سیانوباکتریا متعلق به چهار جنس در این تحقیق شناسایی شدند. این مطالعه نشان داد که برخی از گونه‌های مانند *Phormidium formosum* و *Oscillatoria limosa* غالب هستند.

واژه‌های کلیدی: چشمه آبگرم، کلروفیل *a*، ترکیب گونه‌ای، سیانوباکتری

Ecological Studies of the Headwater of a Thermal Spring in Kilesephyd, Sar-e-Pol-e-Zohab in Kermanshah Province, Iran

Reza Ramazan Negad Ghadi,[1]* Hamid Reza Ghassemi,[2] Islam Atazadeh[3] and Mehdi Zahedi[4]

1- Ph.D. Student, Department of Biology, Faculty of Science, Golestan University
2-M.Sc., Department of Biology, Faculty of Payame Noor University of Eslam Abad
3- Ph.D. Student, Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah
4-M.Sc., Department of Chemistry, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah

Abstract

In order to investigate the taxonomic composition and physical and chemical characteristics of a thermal spring in Kilesephyd, the ecological factors of the headwater of a warm spring in Kilesephyd, Sar-e-Pol-e-Zohab in Kermanshah Province in Iran was carried out. Chemical and Physical Factors (So_4^{-2}, No_3^-, Cl^-, Po_4^{-2}, Sio_2^{-2}, Mg^{+2}, Ca^{+2}, K^+, pH, conductivity, turbidity) were measured against biological properties (Species composition, chlorophyll-*a*, Dry mass, Autotrophic index or AI and Ash free dry mass or AFDM). The headwater temperature of the thermal spring remained almost constant over years and the temperature is lower than the ambient temperature during the summer season (28ºC). A high concentration of sulfate and conductivity is a characteristic feature of this spring. Water samples and cobbles or pebbles were collected from the headwater. At the end of the sampling study, 6 species of Cyanobacteria belong to four genera have been determined. *Phormidium formosum* and *Oscillatoria* sp. were abundant.

Keywords: Cyanobacteria, Chlorophyll-*a*, Species composition, Warm spring.

* Corresponding author. *E-mail Address*: rrghadi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مطالعات میکروبیولوژیک اندکی در مورد چشمه‌های گرم ایران صورت گرفته است. مطالعات اولیه جهانی بر روی جلبک‌های چشمه‌های گرم، ترکیب فلوریستیک، توسط کاپلان در سال ۱۹۵۶ انجام شد که مشتمل بر بررسی درجه حرارت، pH، مطالعه کلنی‌های باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد، باکتری سولفور- فتوسنتزی، باکتری‌های احیاءکننده سولفات و جلبک‌های مناطق جزیره‌ای معروف روتورا، تائوپا و وایت بود (Brock and Brock, 1966). هزاران چشمه گرم بر روی زمین شناخته شده‌اند که عمدتا در مناطق آتشفشانی مانند نیوزیلند و ایسلند واقع‌اند (Hellman and Ramsey, 2003).

جوامع بیولوژیک در چشمه‌های گرم پارک یلوستون و پارک ملی مونت رینیر در آمریکای شمالی با تاکید بر پراکنش و تولید در جوامع جلبکی مورد مطالعه قرار گرفته است (Brock and Brock, 1967; Brock and Brock, 1966; Stockner, 1967, 1968a, b; Winterbourn, 1969). در مطالعات جلبکی چشمه‌های گرم پارک ملی تونگاریو ۹ گونه جلبک سبزآبی و۱ گونه جلبک سبز گزارش شده است (Winterbourn, 1969).

سیانوباکتری‌ها نماینده خوبی برای این گونه اکوسیستم‌ها به شمار آمده و بقای خود را مدیون سازگاری‌های غیر عادی ژنتیکی خود در حفافظت از ارگانیسم هستند(Sompong *et al.*, 2001). ترکیب جامعه میکروبی بطور عمده به دما وابسته بوده و جامعه میکروبی بر اساس تاکسون‌های میکروبی موثر در تولید اولیه، مشخص می‌شوند. در آب‌های غنی از سولفید، جامعه میکروبی شامل گونه‌های مقاوم به سولفید مانند اسیلاتوریا است (Hongmei and Aitchison, 2005). سیستم‌های هیدروترمال نقش مهمی در تکامل اولیه حیات داشته و احتمالا موجودات گرمادوست اجداد مشترک همه موجودات خشکی زی باشند (Hellman and Ramsey, 2003). موجوداتی که در این شرایط دمایی زندگی می‌کنند در درک محدوده‌های تکاملی پیش‌روی موجودات به ما کمک می‌کنند (Tison and Kleyn, 1979). از دیدگاه اکولوژیک، مطالعات انجام شده با گونه‌زایی محدود و زنجیره کوتاه مواد غذایی موجود در این مکان‌ها ساده شده‌اند (Tison and Kleyn, 1979).

یکی از کاربردهای مفید پژوهش در مورد چشمه‌های آب گرم، توانایی پیش بینی و کنترل اثرات آلودگی حرارتی در محیط آبی است (Tison and Kleyn, 1979). بر همین اساس، بررسی اکولوژیک چشمه‌های آب گرم در سال‌های اخیر مورد توجه بوده است. به‌عنوان مثال لیمنولوژی چشمه‌های آب گرم معروف به اوهانوپیکوش، واقع در پارک ملی مونت رینیر بررسی شده است (Stockner, 1968). در این زمینه مطالعات دیگری نیز به ثبت رسیده است (Brock, 1966; Jana, 1971; Vinson and Rushforth, 1989; Bonny and Jones, 2003). هدف از این پژوهش، بررسی عوامل فیزیکوشیمیایی و زیست محیطی چشمه آب گرم کیله سفید سرپل ذهاب و شناسایی گونه‌های سیانوباکتر موجود در سرچشمه آن و محصول سرپای آن به منظور درک روابط سیستمی موجود بین فلور جلبکی منطقه با شرایط اکولوژیک آن بوده است.

Archive of SID
www.SID.ir

مواد و روش‌ها

چشمه آب گرم کیله سفید در شهرستان سرپل ذهاب، استان کرمانشاه در منطقه‌ای غیر آتشفشانی واقع است. مختصات جغرافیایی آن شامل ۴۱ □ ۳۴° عرض شرقی و ۵۱ □ ۴۵° طول شمالی با ارتفاع ۳۰۰ متر از سطح دریای آزاد می‌باشد (شکل۱). درجه حرارت آب در سرچشمه حدود ۲±۲۸ درجه سانتی‌گراد است که پس از عبور از کانال پرپیچ و خم و شیب‌دار خود به رودخانه پایین دست می‌ریزد.

نمونه‌برداری از آب و پری فیتون سرچشمه آبگرم از خرداد ماه سال ۱۳۸۶ لغایت خرداد ماه ۱۳۸۷ بطور ماهانه انجام گرفت. نمونه‌برداری به‌صورت ماهانه از عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتی متری و فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی متری از لبه چشمه انجام شد. نمونه‌های پری فیتون اپی‌پلیک یا اپی‌لیتیک با کشش لوله شیشه‌ای به قطر یک سانتی‌متر در طول سطح رسوبات بطور تصادفی جمع‌آوری شدند. همچنین قلوه سنگ‌هایی از اکوسیستم طبیعی به آزمایشگاه منتقل گردید (Round, 1953; Sladeckova, 1962).

جهت مطالعات کمی و کیفی همگی نمونه‌ها در فرمالین ۴٪ ذخیره شدند. در آزمایشگاه، سطحی معادل ۲۰ تا ۲۵ سانتی مترمربع از قلوه سنگ‌ها تراشیده شده و محتوای جلبکی آنها در بطری‌های نمونه‌برداری ذخیره شدند (Cole, 1983; Stevenson and Bahl, 1999; Cronberg and Annadotter, 2006). با استفاده از اسلاید موقت شناسایی و شمارش همگی نمونه ها توسط میکروسکوپ نوری Olympus BX51 با بزرگنمایی ۱۰۰۰ برابر انجام گرفت. شناسایی تاکسونومیک نمونه‌ها بر اساس منابع موجود صورت گرفت (Prescott, 1970; Baker and Fabbro, 2002).

نمونه‌های مجزایی جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل a، وزن خشک (DM) و وزن خشک بدون خاکستر (AFDM) مورد استفاده قرار گرفت. این نمونه‌ها در ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک و سپس توزین شدند. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک بدون خاکستر گروهی از نمونه‌های خشک شده با شرایط پیش گفته، به مدت ۴ ساعت در دمای ۵۲۵ درجه سانتی‌گراد در کوره سوزانده و سپس توزین شدند. برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل a، نمونه‌ها در لوله‌های حاوی ۱۰ میلی لیتر اتانول ۹۵٪ به مدت ۲۴ ساعت در فریزر قرار گرفتند. سپس در دمای اتاق سانتریفیوژ شده و پس از سانتریفیوژ، جذب مایع فوقانی لوله‌های سانتریفیوژ، قبل و بعد از افزودن دو قطره اسید کلریدریک یک دهم نرمال به کمک دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل Shimadzu, UV_1201) ثبت شد. در نهایت به کمک معادله ناش (Nusch, 1980) مقدار کلروفیل a برآورد شد. شاخص اتوتروفی (AI) نیز به کمک رابطه وبر اندازه‌گیری شد (Weber, 1973; Matthews, 1980).

عوامل محیطی مانند درجه حرارت، pH و هدایت الکتریکی آب اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری pH از دستگاه Yokogawa PH72.meter و برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی از دستگاه Yokogawa SC72.meter استفاده گردید. به منظور آنالیز شیمیایی آب، نمونه‌های آب به کمک صافی به قطر منافذ 0.45µm، صاف شده و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در محیطی تاریک به آزمایشگاه انتقال داده شدند. مقادیر فسفات،

Archive of SID
www.SID.ir

سولفات، نیترات، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، سیلیس و کلر براساس دستورالعمل اتحادیه سلامت عمومی آمریکا (APHA, 1992) اندازه گیری شد. میزان کدورت آب به کمک دستگاه کدورت سنج (مدل Hellige_Orbeco) تعیین گردید.

نتایج

آب در چشمه کیله سفید شفاف بوده و بوی سولفید گوگرد آزاد می‌کند. نوسان درجه حرارت سرچشمه چشمه گرم کیله سفید در طول سال بسیار ناچیز و در حد ۲ درجه سانتی‌گراد بوده و دمای آب عمدتا در حد ۲۸ درجه سانتی‌گراد است. سختی آب حدود ۲۸۸ تا ۲۹۷ میلی‌گرم در لیتر و pH ۷/۲ بود. مقدار سولفات از سایر آنیون‌ها بیشتر بود و به ۶۲۲/۲۵ میلی گرم در لیتر می‌رسید. لذا احتمالا کمبود فسفات و فزونی سولفات از عوامل محدود کننده ترکیب گونه‌ای در این اکوسیستم به شمار می‌آیند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب در جدول ۱ به‌طور خلاصه آورده شده است.

خصوصیات دشوار و سخت فیزیکی و شیمیایی چشمه‌های گرم امکان رشد عمده موجودات زنده را دشوار می‌سازد. در این تحقیق، شش گونه از سیانوباکترهای ریسه‌ای متعلق به سه خانواده و چهار جنس شناسایی شدند (جدول۲). بیشترین فراوانی متعلق به گونه‌های *Phormidium formosum* و *Oscillatoria* spp. بود. همگی گونه‌های شناسایی شده به فرم متصل به بستر بودند. تراکم گونه‌ها از بهار به سمت زمستان با کاهش مواجه بود. به منظور تخمین بیوماس (زی توده)، میزان کلروفیل *a*، وزن خشک و وزن خشک بدون خاکستر اندازه‌گیری شدند (جدول۳). از آنجایی که جوامع پری‌فیتیک در بستر یا نزدیکی آن یافت می‌شود، مقادیر مربوط به

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب در سرچشمه

صفات اندازه‌گیری شده	واحد	میزان
pH	-	7.1 - 7.2
درجه حرارت آب	ºC	28
درجه حرارت هوا	ºC	37- 39
قابلیت هدایت	mS/cm	5.435
توربیدیتی (گل آلودی)	mg/l	172
سختی	mg/l	288 - 297
So_4^{-2}	mg/l	622.25
No_3^{-}	mg/l	20
Cl^{-}	mg/l	1550
Po_4^{-2}	mg/l	0.98
Sio_4^{-2}	mg/l	0.0033
Mg^{+2}	mg/l	66.75
Ca^{+2}	mg/l	5.27
K^{+}	mg/l	46

www.SID.ir
Archive of SID

جدول ۲- ترکیب گونه‌ای جلبک‌ها در چشمه

Geitlerinema lemmermannii (Woloszynska) Anagnostidis
Oscillatoria limosa C.Agardh ex Gomont
Oscillatoria jenensis G.Schmid
Geitlerinema earlei (N.L.Gardner) Anagnostidis
Phormidium formosum (Bory de Saint-Vincent ex Gomont) Anagnostidis & Komárek
Planktothrix agardhii (Gomont) Anagnostidis & Komárek

جدول ۳- مقدار زیتوده در سرچشمه آبگرم کیله سفید

پارامترهای اندازه‌گیری شده	واحد	میزان
کلروفیل-*a*	m^2/mg	16.1
وزن خشک	m^2/mg	0.0275
وزن خشک بدون خاکستر	m^2/mg	0.013
AI	_	237

وزن خشک و وزن خشک بدون خاکستر به عنوان ابزارهای ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند. وزن خشک بدون خاکستر تخمینی از کل مواد آلی بستر است. این مواد آلی موجودات زنده (جلبک‌ها، قارچ‌ها، باکتری‌ها و بی‌مهرگان ریز) و همچنین بقایای غیر زنده آلی را در برمی‌گیرد. شاخص اتوتروفی اکوسیستم پیش گفته حدود ۲۳۷ برآورد شد(جدول۳).

بحث

چشمه‌های آبگرم پایه و بنیان مطالعه بر روی اکوسیستم‌های ساده را فراهم می‌کنند (Kullberg, 1971). همچنین جوامع فرش میکروبی زیستگاههای خشکی توجه بسیاری از اکولوژیست های میکروبی را به خاطر سازش های بی نظیر فلور میکروبی آنها به چنین محیط های سخت و دشوار به خود معطوف کرده است (Sompong *et al.*, 2001). عمده مطالعات در این زمینه بر ارتباط بین درجه حرارت و ترکیب گونه‌ای و همچنین وزن زنده متمرکز شده‌اند، در حالی که متغیرهای دیگر نیز حائز اهمیت می‌باشند. به‌عنوان مثال، در پارک ملی یلوستون، محدودیت دمایی بالا برای رشد جلبک‌های سبز-آبی، ۷۵-۷۳ درجه سانتی‌گراد و در چشمه گرم جزیره ایسلند و آلجریا به ترتیب ۶۶ و ۵۸ درجه سانتی‌گراد است (Winterbourn, 1969; Brock and Brock, 1967). در بسیاری از مطالعات، اثر درجه حرارت، اثرات متغیرهای دیگر را پوشانده است (Sompong *et al.*, 2001). محدودیت بالای درجه حرارت قابل رشد برای جلبک‌ها در سرچشمه چشمه گرم کیله سفید وجود

Archive of SID
www.SID.ir

(۲±۲۸) در قیاس با بسیاری از چشمه‌های گرم نیوزیلند، جائیکه حد بالای درجه حرارت بین ۶۰ تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد (Winterbourn, 1973) است، بسیار کمتر است. لاکاپ نشان داد که ساختار فرش میکروبی توسط درجه حرارت تغییر نمی کند (Lacap *et al.,* 2005). بنابراین درجه حرارت یکی از عواملی است که رشد فرش میکروبی را محدود می‌کند. زیرا جلبک‌های میکروسکوپی در حد بالای درجه حرارت هم حضور دارند(Nusch, 1980). همچنین مقدار بالای سولفات و محدودیت فسفات در این چشمه از عوامل کاهنده ترکیب گونه‌ای می‌باشد.

از مقادیر وزن خشک همراه با میزان کلروفیل *a*، به عنوان ابزاری برای تعیین وضعیت غذایی رودخانه از طریق شاخص اتوتروفیک استفاده می‌شود. مقادیر بالای شاخص اتوتروفیک (بیشتر از ۲۰۰) نشان می‌دهد که مجموعه میکروبی بیشتر از موجودات هتروتروفیک تشکیل شده است و بیانگر ضعف کیفیت آب است (Weber, 1973; Matthews, 1980). در این مطالعه، شاخص آتوتروفیک بیشتر از ۲۰۰ (حدود ۲۳۷) بوده و نشان دهنده پایین بودن کیفیت آب و بیشتر بودن موجودات هتروتروفیک می‌باشد.

صرف‌نظر از فرش یا جامعه میکروبی توصیف شده در بالا، عوامل دیگری مانند حشرات چراکننده[1] وجود داشته‌اند که در چشمه‌های گرم با درجه حرارت ۴۰-۳۰ درجه سانتی گراد وجود دارند. این چراکنندگان، از راه تغذیه، سازوکارهای ترشحی و اثرات مکانیکی که تبادل گازها و مواد معدنی را فراهم می‌کنند، بر اکوسیستم اثر می‌گذارند (Brock, 1966).

تحلیل‌های شیمیایی نشان دادند که نتایج حاصله با کارهای صورت گرفته توسط محققین دیگر مثل لقاری و همکاران (Leghari *et al.,* 2001 a,b,c) و باخت (Bakht, 2000) همسو است. در این مطالعه، آب چشمه بی‌رنگ اما دارای بوی سولفید هیدروژن بود. سطح سولفات برابر با $622.25mg.l^{-1}$ و بالاتر از بسیاری از چشمه‌ها دیگر کشورهای مجاور مانند Mangho Pir پاکستان است (Leghari *et al.,* 2001 a, b). هدایت الکتریکی آب (۵/۴۳ میلی زیمنس بر سانتی‌متر) کمتر از چشمه Chiken dik (۱۰ میلی زیمنس بر سانتی متر) و بیشتر از چشمه‌هایی مثل چشمه کوه سلطان (۱۰۶۰ میکرو زیمنس بر سانتی متر) منطقه Chagai بود (Bakht ,2000). مقادیر مربوط به منیزیم، کلسیم و پتاسیم تقریبا برابر با چشمه گوگردی Lakki Shan Saddar Sindh پاکستان است (Leghari, *et al.*, 2002 a, b). سطح بالای سولفات و مقادیر کم فسفات احتمالا عامل از عوامل محدود کننده رشد جلبک‌ها در این اکوسیستم است.

بالاترین درجه حرارت‌هایی که حضور کلروفیل در آنها شناسایی شده‌اند، متفاوت است. مثلا در چشمه Waimangu در درجه حرارت ۶۸ درجه سانتی‌گراد، ۰/۶ گرم بر سانتی متر مربع و ۶۵ درجه سانتی‌گراد حدود ۰/۶۸ گرم بر سانتی متر مربع و مقدار کلروفیل در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد حدود ۰/۲۱ گرم بر متر مربع بود (Winterbourn, 1969). مقدار کلروفیل *a* جلبکی در چشمه کیله سفید حدود ۱/۱۶ میلی گرم بر سانتی متر مربع و کمتر از گزارشات محققین دیگر مثل Brock و Winterbourn بود (Brock and Brock 1966, Winterbourn, 1969).

Archive of SID
www.SID.ir

فلـور جلبکـی چشـمه مشـتمل بـر گونـه‌هـای سـیانوباکتر بـوده و گونـه‌هـایی از جـنس‌هـای *Phormidium* و *Oscillatoria* غالب بودند. بر طبق اطلاعـات پـراکنش جهـانی جلبـک‌هـا در وبسـایت algabase ، برخـی از ایـن گونـه‌هـا دارای پـراکنش جهانی بوده و برخی نیـز دارای پـراکنش گسـترده‌ای بودنـد (Guiry and Guiry, 2011). تعـداد و گونـه غالب سیانوباکترها در این تحقیق در فصـول مختلـف متفـاوت بـوده و ایـن نشـانگر تـاثیر شـرایط دمـایی و میزان بارش بـر فلـور جلبکـی منطقـه اسـت. تغییـر در گونه های غالـب بـدلیل تغییـر فصـلف تـوالی فصـلی نامیده می شود. تحت توالی فصلی، یک تا چند گونه از سیانوباکتریها برای یک دوره کوتاه یا بلند غالب بوده و سپس بـا گونـه بعـدی جـایگزین مـی شـود. مهمتـرین گونـه هـای ایـن جامعـه در ایـن تحقیـق عبـارت از *Phormidium formosum* و *Oscillatoria limosa* بودنـد. مشـاهدات نشـان داد کـه جامعـه بیولوژیـک تحـت بررسـی خـاص شـرایط فیزیکـی و شـیمیایی چشـمه گـرم کیلـه سـفید تشـکیل شـده و بـا افـزایش دشواری های بیولوژیک، تعـداد گونـه هـا کـاهش و فراوانی آنها افزایش خواهد یافت.

تشکر و قدردانی

محققین مراتب تشـکر خـود را از ریاسـت و معاونـت محتـرم دانشـگاه پیـام نـور اسـلام آبـاد غـرب بـدیل مسـاعدت‌هـای ایشـان در انجـام ایـن تحقیـق اعـلام می‌دارند.

پی‌نوشت‌ها

1-Diptera: *Ephyridae*

منابع

APHA. (1992). Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. American Public Health Association, Washington, DC.

Baker, P.D. and L.D. Fabbro (2002). A guide to the identification of common blue-green algae (cyanoprokaryotes) in Australian freshwaters. Cooperative Research Centre for Freshwater Algae.

Bakht S.M. (2000). An Overview of Geothermal Resources of Pakistan. Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu - Tohoku, Japan. 77-83.

Bonny S. and B. Jones (2003). Relict tufa at Miette Hot Springs, Jasper National Park, Alberta, Canada. Can. Journal of Earth Science, 40(11): 1459–1481.

Brock, T.D. and M.L. Brock (1966). Temperature optima for algal development in Yellowstone and Iceland hot springs, Nature 2009: 733-741.

Brock, T.D. and M.L. Brock (1967). The measurement of chlorophyll, primary productivity, photophosphorylation, and macromolecules in benthic algal mats. Limnology and Oceanography, 12: 600-605.

Cole, G.A. (1983). Textbook of Limnology. 3rd edition. The C.V. Mosby Company.

Cronberg, G. and H. Annadotter (2006). Manual on aquatic cyanobacteria. A photoguide and a synopsis of their toxicology.

Guiry, M.D. and G.M. Guiry (2011). Algaebase. World-wide electronic publication. National university of Ireland, galway. http://www.algaebase.org; search on 27 september 2011.

Hellman, M.J. and M.S. Ramsey (2003). Analysis of hot springs and associated deposits in Yellowstone National Park using ASTER and

Archive of SID
www.SID.ir

biological study of Ali Murad Barigo and Karogar Springs of Thana Bula khan, District Dadu, Sindh, Pakistan. Online Journal of biological Science, 2(1):35-38.

Leghari, S.M., M.Y. Kuhawar, T.M. Jahangir and A. Leghari (2002b). Water quality and biological assessment of Ghazi Shan and Kai spring of Disrict Dadu, Sindh, Pakistan. Online Journal of biological Science, 2(1):39-42.

Matthews, S. (1980). A Field Verification of the Use of the Autotrophic Index in Monitoring Stress Effects. Bull. Environm. Contam. Toxicol, 25, 226-233.

Nusch, E.A. (1980) Comparison of Methods for Chlorophyll and Phaeopigment Determination. Arch. Hydrobiol. Limnol, 14: 14-36.

Prescott, G.W. (1970). Algae of the western Great Lakes Area. W.C. Brown Company Puplication.

Round, F.E. (1953). An Investigation of two benthic algal communities in malharm tarn, Yorkshire. Journal of Ecoogyl., 41: 97-174.

Sladeckova, A. (1962). Limnological investigation methods for the periphyton (aufwouch) community. Botanical Review., 28: 286-350.

Sompong, U. and Y. Peerapornpisal (2001). Biodiversity of algae in hot spring areas in the upper part of northern Thailand. 5. BRT Annual Conference, Udon Thani. p. 37.

Stevenson, R.J. and L.L. Bahls (1999). Periphyton protocols. In: M. T. Barbour, J. Gerritsen, and B.D. Snyder, eds. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Wadeable Streams and Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish. Second Edition. EPA 841-B-99-002 United States Environmental Protection Agency, Washington. 1 -22.

AVIRIS remote sensing. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 195–219.

Hongmei J. and J. Aitchison (2005). Community phylogenetic analysis of moderately thermophilic cyanobacterial mats from China, the Philippines and Thailand. Extremophiles, 9:325–332.

Jana, B.B. (1971). The thermal springs of Bakreswar, India physico-chemical conditions, Flora and Fauna. Hydrobiologia, 291-307.

Kullberg, G.R. (1971). Algal distribution in six thermal spring effluents. Trans. Blackwell publication on American microscopial society, 90(4):412-434.

Lacap D.C., J.D. Smith Gavin, K. Warren-Rhodes and S.B. Pointing (2005). Community structure of free-floating filamentous cyanobacterial mats from the Wonder Lake geothermal springs in the Philippines. Canadian Jouranl of Microbiology, 51(7): 583–589.

Leghari, S.M., M.Y. Kuhawar, T.M. Jahangir and A. Leghari (2001a). Physico-chemical and biological study of Dhabeji Springs, Malir, Karachi, Sindh, Pakistan. Online Journal of biological Science, 1(7):623-627.

Leghari, S.M, M.Y. Kuhawar, T.M. Jahangir and A. Leghari (2001b). Physico-chemical and biological study of Mangho Pir Euthermal spring Karachi, Sindh, Pakistan. Online Journal of biological Science, 1(7):636-639.

Leghari, S.M, M.Y. Kuhawar, T.M. Jahangir and A. Leghari (2001c). Physico-chemical and biological study of Euthermal Sulphur and chliarothermal spring Lakki Shan Saddar Sindh, Pakistan. Online Journal of biological Science, 1(10):929-934.

Leghari, S.M, M.Y. Kuhawar, T.M. Jahangir and A. Leghari (2002a). physico-chemical and

Archive of SID
www.SID.ir

Stockner, J.G. (1967). Observations of thermophilic algal communities in Mount Rainier and Yellowstone National Parks. Limnol. Oceanogr, 12: 13-17.

Stockner, J.G. (1968a). Algal growth and primary productivity in a thermal stream. J. Fish. Res. Bd Can, 25: 2037-58.

Stockner, J.G. (1968b). The ecology of a diatom community in a thermal stream. Br. phycol.Bull, 3: 501-14.

Tisonl D.L. and J.G. Kleyn (1979). Microbial Ecology of Olympic Hot Springs. Northwest Science, 53(1): 58-62.

Vinson, K.D. and S.R. Rushforth (1989). Diatom spices along a thermal gradient in the Portneuf River, Idaho, USA. Hydrobiologia, 185: 41-54.

Weber, C. I. (1973) in "Bioassay Techniques and Environmental Chemistry" (G.E. Glassed.) p. 119. Ann Arbor, Mich.:Ann Arbor Science Publishers.

Winterbourn, M.J. (1969). The Distribution of Algae and Insects in Hot Spring Thermal Gradients at Waimangu, New Zealand. N.Z. 11 Marin and Freshwater Research, 3: 459-65.

Winterbourn, M.J. (1973). Ecology of the Copland River warm springs, South island, New Zealand. Proceedings of the New Zealand Ecological Society, 20, 72-78.

Archive of SID

www.SID.ir