مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

شناسایی جلبک‌های سبز-آبی برخی از چشمه‌های آب گرم استان هرمزگان

میترا آرمان[1*]، حسین ریاحی[1]، علی سنبلی[2]

[1] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

[2] گروه زیست شناسی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۲/۱۱/۲۳

اصلاح: ۹۲/۱۲/۲۵

پذیرش: ۹۲/۰۱/۱۶

کلمات کلیدی:

سیانوباکتری

چشمه آب گرم

فلور جلبکی

تنوع

چکیده

مطالعه حاضر به بررسی فلوریستیکی و اکولوژیکی جلبک‌های سبزآبی میکروسکوپی چشمه‌های آب گرم واقع در مرکز استان هرمزگان شامل گنو، خورگو و حاجی آباد پرداخته است. نمونه برداری بر اساس شرایط منابع آبی مورد مطالعه انجام و آنالیز فیزیکوشیمیایی آب این چشمه ها به علت تاثیری که روی ترکیب گونه ای می‌گذارد صورت پذیرفت، نمونه ها در طیف‌های مختلف حرارتی جمع آوری شده و بخشی با استفاده از فرمالین ۴٪ تثبیت و بخش دیگر به منظور جداسازی و تهیه کشت خالص در یخچال نگهداری شد. برای شناسایی جلبک‌های سبز- آبی نمونه برداری شده، از کلیدهای شناسایی معتبر و همچنین از جدیدترین مقالات مورفولوژیک مرتبط به این شاخه از جلبک ها استفاده گردید. به منظور شناسایی، ابتدا صفات کلیدی و تعیین کننده مربوط به هر جنس مشخص و سپس شناسایی بر مبنای این صفات انجام شد. برای خالص سازی جلبک‌ها از روش کشت‌های متناوب استفاده گردید. بیشترین تنوع فلور جلبکی در چشمه آب گرم حاجی آباد به دلیل پایین بودن درجه حرارت نسبت به سایر چشمه‌ها مشاهده شد و در مقابل چشمه آب گرم خورگو به دلیل شرایط محیطی نامساعد کمترین میزان تنوع جلبکی را دارا بود. در هریک از چشمه‌ها نیز بالاترین میزان تنوع در حرارت‌های پایین‌تر مشاهده شد. ضمناً گونه‌های *Jaaginema angustissimum*، *Jaaginema pseudogeminatum* و *Jaaginema geminatum* در تمام چشمه‌ها و در همه شرایط دمایی حضور داشتند.

مقدمه

بیش از ۷۰ درصد از سطح کره زمین را آب فرا گرفته است. حیات در تمام اکوسیستم‌های آبی (شور و شیرین) از تولیدکنندگان اولیه یا گیاهان آغاز می شود و ادامه حیات جانوران را به عنوان موجوداتی مصرف کننده تضمین می نماید. در تمامی مخازن آبی، گیاهان ماکروفیت و فیتوپلانکتون ها پایه هرم غذایی به شمار می‌آیند، تصور می شود که جلبک‌های سبز- آبی در اوایل پرکامبرین تکامل یافته و اولین تولیدکنندگان اکسیژن جوی بوده اند که میزان اکسیژن را به طرز قابل توجهی افزایش داده اند. میکروفسیل های جلبک‌های سبز- آبی رشته ای در اوایل، اواسط و اواخر دوره پرکامبرین یافت شده‌اند (Sawin, 1969) وجود مواد غنی از سیانوفیسین در بسیاری از فسیل‌های موجود در دوران پرکامبرین نشانگر این می باشد که منشاء برخی از جلبک‌های سبز- آبی آن دوران از زیستگاه‌های آبی با درجه حرارت بالا بوده است (Allen, 1953). این جلبک‌ها، پروکاریوت فتوسنتزی هستند که تقریباً در تمام زیستگاه ها یافت می شوند. آنها از لحاظ مورفولوژی، فیزیولوژیکی و

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mitraarman2003@yahoo.com

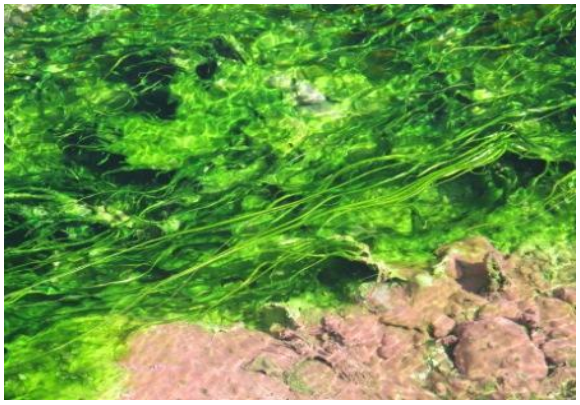
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.5.4]

سوخت و ساز، گروه بسیار متنوعی می‌باشند. با این حال، افزایش روند شناسایی مواد بیولوژیکی برای تولید مولکول های فعال زیستی باعث شد تا جامعه علمی بر روی این موجودات تأکید کنند (Patil, 2009). ارگانیسم های ترموفیل به دلیل شباهت با فرم های زندگی اولیه در زمین و به عنوان منبعی از ترکیبات زیستی پایدار در برابر گرما از نظر علمی با ارزش بوده و مورد توجه زیست شناسان می باشند. شرح و مطالعه تنوع زیستی جلبک‌های سبز- آبی یک گام ضروری برای رسیدن به این اهداف مهم در خصوص چشمه‌های آب گرم می‌باشد (Debnath *et al*., 2009). چشمه های آب گرم و انشعابات خروجی آن زیستگاه‌های مهمی برای جلبک‌های سبز- آبی گرما دوست و حتی زیستگاه طبیعی برای برخی از آنها محسوب می شوند. این زیستگاه‌های حرارتی حتی اگر تعداد اندکی از موجودات را در خود جای دهند قابل توجه اند. جلبک‌های سبز- آبی یا سیانوباکتری ها به دلیل قابلیت سازگاری منحصر به فرد ژنتیکی و قدرت تطابق بسیار بالا از معدود ارگانیسم‌های قادر به زیست در این اکوسیستم‌های آبی می‌باشند (Mohamed, 2008). موقعیت جغرافیایی ایران نشان دهنده تنوع بسیار بالای طبیعت آن است از کوه، دشت، مناطق با بارش بیش از ۲۰۰۰ میلی متر، مناطق خشک از بیابان‌های صخره ای گرفته تا بیابان‌های شن زار، باتلاق‌های نمک، سواحل دریای عمان و خلیج فارس، چشمه های آب با درجات متفاوتی از شوری، PH و درجه حرارت و ... . علی‌رغم وجود تنوع زیاد در اکوسیستم ها، هنوز مطالعه جامع و کاملی از آنها به عمل نیامده است. از طرفی جلبک‌های سبز- آبی بخش قابل توجهی از فلور جلبکی ارائه شده از کشور ایران را به خود اختصاص می دهند (Zarei, 2011). در کشور ایران با وجود اینکه قریب به ۴۰۰ چشمه آب گرم و معدنی گزارش شده است (شاه بیگ،۱۳۷۲)، اما هنوز گزارشات جامع و کاملی از مطالعات فلوریستیکی و پراکنش سیانوباکتری‌های موجود در چشمه های آب گرم ایران منتشر نشده است و همین مسئله هدف انجام این مطالعه گردید.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه در راستای جریان آب و در جهت شیب دمایی آب چشمه، از توده های جلبکی سه چشمه حاجی آباد، خورگو و گنو در ۵ شیب نمونه برداری صورت پذیرفت (شکل۱). اولین چشمه ای که نمونه برداری در آن انجام گرفت چشمه آب گرم حاجی آباد در حدود ۳۰ کیلومتری شرق حاجی آباد بود. آب این چشمه از شکاف سنگ‌های آهکی خارج می شود و عامل تشکیل آن تکتونیک صفحه ای است. آب چشمه در ردیف آبهای گوگردی با کاتیون ها و آنیون های مختلف گرم است، دومین چشمه مورد مطالعه چشمه آب گرم خورگو که تعداد سه چشمه با خصوصیات واحد را دارا می باشد و از طریق جاده فرعی منشعب از جاده بندرعباس- سیرجان قابل دسترسی است. آخرین چشمه، چشمه آب گرم گنو می باشد که در فاصله ۳۴ کیلومتری شمال شرقی شهر بندرعباس واقع در بخش مرکزی شهرستان بندرعباس در کنار راه بندرعباس به سیرجان واقع است که در دره ای قرار دارد که کوه گنو و ارتفاعات سخت آهکی اش از شمال و جنوب آن را در برگرفته است. آب چشمه گنو از دسته آبهای گوگردی خیلی گرم، کلر و سولفات‌دار محسوب می شود (اسدی، ۱۳۹۱).



شکل ۱. چشمه آب گرم خورگو

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.5.4]

پس از جمع آوری نمونه های سیانوباکتری، از آب چشمه ها نیز جهت آنالیز فیزیکوشیمیایی نمونه برداری شد دما و pH آب هر ۴ چشمه با دماسنج جیوه ای و pH متر، در محل چشمه اندازه گیری گردید، سپس نمونه آب هر چشمه طبق روش‌های استاندارد، نمونه برداری شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. مقدار هدایت الکتریکی آب، کدورت، PH، قلیاییت نسبت به متیل اورانژ، سختی کل، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، کلراید، فلوئور، سولفات، فسفات نیتریت و نیترات به روش‌های استاندارد آزمایشگاهی در آزمایشگاه اداره آب و فاضلاب استان هرمزگان اندازه گیری شد. نمونه های جمع آوری شده جهت به حداقل رساندن تغییرات کمی وکیفی فیتوپلانکتون‌ها، بعد از انتقال به آزمایشگاه به دو بخش تقسیم شد، یک بخش به منظور جداسازی و تهیه کشت خالص در یخچال نگهداری گردید و بخش دیگر از توده نمونه برداری شده جهت شناسایی با استفاده از فرمالین ۴٪ تثبیت شد. برای شناسایی جلبک‌های سبز- آبی موجود در توده های نمونه برداری شده از کلیدهای شناسایی معتبر (Komarek, 2005) و نیز جدیدترین مقالات مورفولوژیک مرتبط به این شاخه از جلبک ها استفاده گردید. به منظور شناسایی در قدم نخست صفات کلیدی و تعیین کننده مربوط به هر جنس مشخص شد. در مرحله بعد شناسایی بر مبنای این صفات انجام گرفت. از جمله صفات مهم در شناسایی مورفولوژیک نمونه ها می توان به شکل و رنگ کلنی ها، شکل، رنگ و اندازه تالس، طول و عرض ترایکم ها، شکل و اندازه و رنگ سلول‌های رویشی، شکل سلول‌های راسی، وجود یا عدم وجود غلاف موسیلاژی اشاره نمود.

به منظور جداکردن جلبک‌ها از یکدیگر از روش‌های رقیق کردن و پلیت آگار استفاده گردید (Andersen, 2005). در این مطالعه به منظور خالص سازی جلبک‌های سبز- آبی از روش کشت‌های متناوب استفاده شد. نمونه های جلبکی برروی محیط کشت جامد استریل منتقل شدند. محیط کشت استفاده شده در این مطالعه محیط کشت BG-11 می باشد (جدول ۱).

جدول ۱. محیط کشت BG-11 (Stanier *et al.*, 1971)

Ingredients	Quantity (gl^{-1})
$NaNO_3$	1.5
$K_2 HPO_4$	0.04
$MgSO_4.7H_2O$	0.075
$CaCl_2.2H_2O$	0.036
Citric acid	0.006
Ferric ammonium citrate	0.006
EDTA	0.001
$Na_2 CO_3$	0.02
Trace metal mix	1 ml l^{-1}
$H_3 BO_3$	2.86
$MnCl_2.4H_2O$	1.81
$ZnSO_4.7H_2O$	0.222
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.390
$CuSO_4.5H_2O$	0.079
$Co(NO_3)_2.6H_2O$	0.0494

بعد از رشد کافی جلبک ها در محیط کشت های جامد و واکشت های مجدد درون پلیت های جدید، کلنی های خالص حاصل گردید. در این مطالعه دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به عنوان دمای بهینه رشد جلبک‌های سبز- آبی تعیین شد. شدت نور ۲۵۰۰ لوکس با تناوب نوری ۱۲ ساعت نور، ۱۲ ساعت تاریکی و pH معادل ۸ تنظیم شد (شکل ۲).

با توجه به اثرگذاری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب در ترکیب گونه ای جلبک‌های موجود در اکوسیستم‌های مورد مطالعه، و نیز با توجه به شرایط محیطی خاص چشمه های آب گرم در مقایسه با اکوسیستم‌های آبی رایج مورد مطالعه، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب چشمه های مورد نظر آنالیز شد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.5.4]

۱ ۲ ۳ ۴

شکل ۲. پلیت ۱و۲، حاوی کلنی‌های ناخالص جلبکی، پلیت ۳، خالص از جلبک سبز- آبی تک سلولی، پلیت ۴، خالص از جلبک سبز- آبی رشته‌ای

نتایـج

با توجه به نتایج به دست آمده از آنالیز فیزیکی- شیمیایی آب چشمه های مورد مطالعه، آب چشمه ها از دسته آب های شور (TDS بیشتر از۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر) و بسیار سخت (سختی بیش از ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر) می باشند. این سختی بالا به مقدار بالای یون های کلسیم، منیزیم و سدیم مربوط می شود (جدول ۲).

جدول ۲. آنالیز فیزیکی شیمیایی چشمه های مورد مطالعه و مقایسه آنالیز آب چشمه ها

	خورگو	حاجی آباد	گنو
هدایت الکتریکی	۴۴۶۵۰	۱۹۷۸	۱۳۴۳۰
کدورت	۰/۷۶	۵/۴۹	۰/۸۹
PH	۷/۱۲	۵/۴۲	۷/۱۱
کل مواد جامد محلول	۳۱۷۰۰	۱۰۹۰	۸۳۱۰
قلیائیت نسبت به متیل اورانژ	۳۰۰	۱۷۳	۱۱۴
سختی کل	۳۹۵۰	۸۳۶	۱۲۷۰
کلسیم	۳۹۵۰	۸۳۶	۳۴۴/۶۸
منیزیم	۷۵۹/۰۱	۶۳/۱۸	۱۰۳/۳۹
سدیم	۷۵۹/۰۱	۶۳/۱۸	۱۰۳/۳۹
پتاسیم	۶۷	۸۱	۵۱
کلراید	۲۵۵۸۵/۶	۲۵۴/۳۸	۴۵۷۹
فلوئور	۴/۸۵	-	۲/۸
سولفات	۲۰۹۰	۶۸۰/۴	۶۷۶
فسفات	۰/۱۷۱	□۰/۰۰۳	۰/۰۳
نیترات	۳/۱	۰/۱	۰/۱
نیتریت	□۰/۰۱	□۰/۰۱	□۰/۰۱

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.5.4]

آب این چشمه ها شفاف و بی رنگ و با بوی شدیداً گوگردی است. از نظر دمایی، چشمه حاجی آباد با محدوه دمایی بین ۳۳ تا ۳۷ درجه، چشمه خورگو با محدوده دمایی ۳۴تا ۴۵ درجه و چشمه منطقه گنو با محدوده دمایی ۳۷ تا ۴۲ درجه سانتیگراد گزارش شده است.

با توجه به آنالیز فیزیکوشیمیایی چشمه ها و توزیع گونه ها در چشمه های مورد مطالعه، چشمه حاجی آباد به دلیل دمای نه چندان گرم و شرایط مطلوب محیطی که در نتایج آنالیز فیزیکوشیمیایی آن مشخص گردید از تنوع گونه ای بسیار بالایی برخوردار می باشد که در پایین ترین دمای مشاهد ه شده در این چشمه (۳۳درجه) بالاترین میزان تنوع گونه ای قابل مشاهده است. جنس‌های Oscillatoria، Phormidium و Chroococcus هر کدام با داشتن ۵ گونه بیشترین تنوع گونه ای و جنس‌های Planktolyngbya، Leptolyngbya، Plectonema، Schizothrix، Microcoleous، Planktothrix، Gomentiella، Anabaena، Aulosira و Johannesbaptisia هر کدام با داشتن یک گونه کمترین میزان تنوع را به خود اختصاص داده اند. جنس Jaaginema و چهار گونه آن در همه محدوده های دمایی یافت می شوند (جدول ۳).

جدول ۳. لیست فلور جلبکی چشمه آب گرم حاجی آباد

Genus	**Taxon**			
	37°c	**36°c**	**34°c**	**33°c**
Jaaginema	*angustissimum*	*angustissimum*	*angustissimum*	*angustissimum*
	metaphyticum	*metaphyticum*	*metaphyticum*	*metaphyticum*
	pseudogeminatum	*pseudogeminatum*	*pseudogeminatum*	*pseudogeminatum*
	geminatum	*geminatum*	*geminatum*	*geminatum*
Limnothrix	-	*mirabilis*	-	-
pseudanabeana	*limnetica*	*limnetica*	-	*frigida*
	starchimi	*starchimi*	-	*starchimi*
	-	*catantea*	-	-
Geitlerinema	-	*numidicum*	*amphibium*	*amphibium*
Spirulina	*tenerrima*	*tenerrima*	*tenerrima*	*tenerrima*
	-	-	*menanghiniana*	*menanghiniana*
	-	*labrynthiformis*	*labrynthiformis*	*labrynthiformis*
	subtelissima	*subtelissima*	*subtelissima*	*subtelissima*
Planktolyngbya	*limnetica*	*limnetica*	-	-
Leptolyngbya	-	*foveolarum*	-	-
Oscilatoria	*perornata*	-	-	*sancta*
	limosa	*limosa*	*limosa*	*limosa*
	-	-	*anguinea*	*anguinea*
	-	*margaritifera*	*margaritifera*	*margaritifera*
	-	*subbervis*	*subbervis*	*subbervis*
Lyngbya	*thermalis*	-	*thermalis*	*thermalis*
	-	*martensiana*	*martensiana*	*martensiana*
	-	-	*stagnina*	*major*
	austerri	*austerri*	*austerri*	*austerri*
Plectonema	-	-	-	*tomasinianum*
Schizothrix	-	-	-	*fragile*
Komvophoron	-	-	*bourrellyi*	*minutum*
	-	-	-	*constrictum*
Microcoleous	-	*lacustris*	-	-
Planktothrix	-	*agardhi*	-	-
Phormidium	*diguet*	*diguet*	*molle*	*diguet*
	arcticulatum	*animale*	-	*numidicum*
	chalybeum	*chalybeum*	-	*animale*
	-	*oknei*	-	*nigrum*

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.5.4]

	-	-	*ambigum*	*bohneri*
Gomentiella	-	-	-	*subtobulosa*
Anabaena	-	-	spp	*spp*
Aulosira	-	*fertilissima*	-	*fertilissima*
chroococcus	-	*turgidus*	*turgidus*	*turgidus*
	-		*tenax*	*tenax*
	-	*macrococcus*	*macrococcus*	*macrococcus*
	-	*minutus*	*minutus*	*minutus*
	-	*dispersus*	*dispersus*	*dispersus*
Aphanocapsa	*thermalis*	*thermalis*	*thermalis*	*thermalis*
	-	-	*elachista*	*elachista*
Synechocystis	-	-	*aquatilis*	*aquatilis*
	-	-	*minuscola*	*minuscola*
	thermalis	*thermalis*	*thermalis*	-
cyanobium	-	*diatomicola*	-	-
Aphanothece	*thermicola*	*thermicola*	*thermicola*	*thermicola*
Cyanobacterium	-	*minervae*	*minervae*	-
Synechococcus	-	-	*elongatus*	*elongatus*
Johannesbaptistia	-	-	*pellucida*	*pellucida*

طبق نتایج حاصله از فلور جلبکی چشمه آب گرم خورگو، با توجه به شرایط محدود کننده‌ای که طبق جدول آنالیز فیزیکوشیمیایی آب در این چشمه وجود دارد تنوع گونه ای در این چشمه بسیار پایین می باشد. تنها جنس Jaaginema با داشتن چهار گونه از تنوع خوب و بالاتری نسبت به سایر جنس‌ها برخوردار است که دو گونه *Jaaginema angustissimum* و *Jaaginema metaphyticum* در همه محدوده های دمایی یافت می شود و جنس Komvophoron با داشتن دو گونه در ردیف بعدی قرار دارد و بقیه جنس‌ها هر کدام دارای یک گونه می باشند (جدول ۴).

چشمه آب گرم گنو با داشتن پنج طیف دمایی مختلف و با توجه به شرایط محیطی مطلوب‌تری که از آنالیز آب این چشمه نسبت به چشمه خورگو حاصل شد از تنوع گونه ای نسبتاً خوبی برخوردار بود. در این چشمه جنس Chroococcus با پنج گونه تنوع بالاتری نسبت به سایر جنس‌ها داشت، جنس Jaaginema با داشتن چهارگونه در ردیف بعدی از نظر تنوع قرار گرفت و جنس‌های Rhabdoderma، Nudularia و Synechococcus هرکدام با داشتن یک گونه از پایین ترین میزان تنوع برخور بودند. گونه‌های *Jaaginema angustissimum*، *Jaaginema metaphyticum*، *Oscillatoria tenuis*، *Geitlerinema amphibium*، *Chroococcus turgidus*، *Chroococcus minutus*، *Cyanobacterium cedrurum* و *Spirulina sabsalsa* در همه طیف‌های دمایی یافت شدند (جدول ۵).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.5.4]

جدول ۴. لیست فلور جلبکی چشمه آب گرم خورگو

Genus	Taxon				
	45 °c	**37°c**	**36°c**	**35°c**	**34°c**
Jaaginema	*angustissimum*	*angustissimum*	*angustissimum*	*angustissimum*	*angustissimum*
	metaphyticum	*metaphyticum*	*metaphyticum*	*metaphyticum*	*metaphyticum*
	pseudogeminatum	*pseudogeminatum*	-	-	-
	geminatum	*geminatum*	-	-	-
Limnothrix	*redeki*	*redeki*	*redeki*	*redeki*	*redeki*
pseudanabeana	-	-	-	*catantea*	*catantea*
Geitlerinema	*amphibium*	*amphibium*	*amphibium*	*amphibium*	*amphibium*
leptolyngbya	-	-	*angustisimum*	*angustisimum*	*angustisimum*
Komvophoron	-	*bourrellyi*	*bourrellyi*	-	-
	minutum	*minutum*	-	-	-
Synecocystis	*aquatilis*	*aquatilis*	*aquatilis*	*aquatilis*	*aquatilis*
chroococcus	*minutus*	*minutus*	*minutus*	*minutus*	*minutus*
Cyanobacterium	-	-	-	*cedrorum*	*cedrorum*

جدول ۵. لیست فلور جلبکی چشمه آب گرم گنو

Genus	Taxon				
	42°c	**41°c**	**40°c**	**39 °c**	**37°c**
Jaaginema	*angustissimum*	*angustissimum*	*angustissimum*	*angustissimum*	*angustissimum*
	metaphyticum	*metaphyticum*	*metaphyticum*	*metaphyticum*	*metaphyticum*
	quadtripunctuata	*quadtripunctuata*	-	*geminatum*	*geminatum*
	-	-	-	*pseudogeminatum*	*pseudogeminatum*
pseudanabeana	*catantea*	*catantea*	*catantea*	*catantea*	*catantea*
	minima	*minima*	*minima*	-	-
	-	-	*mucicola*	-	*mucicola*
	-	-	-	*starchimi*	*starchimi*
Limnothrix	*redeki*	-	*redeki*	-	-
Geitlerinema	*amphibium*	*amphibium*	*amphibium*	*amphibium*	*amphibium*
Spirulina	*sabsalsa*	*sabsalsa*	*sabsalsa*	*sabsalsa*	*sabsalsa*
	tenerrima	*tenerrima*	*tenerrima*	-	*tenerrima*
	-	-	*subtlissima*	*subtlissima*	*subtlissima*
Phormidium	-	-	-	*acuminatum*	*acuminatum*
	chalybeum	-	-	*chalybeum*	*chalybeum*
	formosum	*formosum*	-	*formosum*	*formosum*
Brozia	-	-	*Spp.*	*spp*	*Spp*
Komvophoron	*bourrellyi*	*bourrellyi*	*bourrellyi*	-	-
	-	-	-	*minutum*	*minutum*
Oscilatoria	-	-	-	*limosa*	*limosa*
	-	*nitida*	*nitida*	*subbervis*	*subbervis*
	tenuis	*tenuis*	*tenuis*	*tenuis*	*tenuis*
Nodularia	*spumigena*	*spumigena*	-	-	-
Synechoccus	*elongatus*	-	*elongatus*	*elongatus*	*eongatus*
Rhabdoderma	*irregulare*	*irregulare*	*irregulare*	-	-
Cyanobacterium	-	-	-	*minervae*	*minervae*
	-	-	*cedrorum*	*cedrorum*	*cedrorum*
Synechocystis	*aquatilis*	*quatilis*	*quatilis*	*quatilis*	*quatilis*
	minuscola	*minuscola*	*minuscola*	*minuscola*	*minuscola*
	thermalis	*thermalis*	-	-	-
chroococcus	*minutus*	*minutus*	*minutus*	*minutus*	*minutus*
	turgidus	*turgidus*	*turgidus*	*turgidus*	*turgidus*
	-	-	*minor*	*minor*	*minor*
	-	-	*dispersus*	*dispersus*	*dispersus*
	membrannimus	*memberanimus*	-	-	-

بر طبق نتایج حاصل از جدول درصد فراوانی، جنس Phormidium با درصد فراوانی ۱۶/۸۸٪ بیشترین تنوع، جنس Chroococcus و Oscillatoria با درصد فراوانی ۹/۰۹٪ در ردیف دوم و جنس Lyngbya و Spirulina با درصد فراوانی ۷/۱٪ در ردیف سوم از لحاظ فراوانی قرار گرفتند (جدول ۶).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.5.4]

جدول ۶. درصد فراوانی جنس‌های مشاهده شده در تحقیق

جنس	تعداد کل گونه	درصد فراوانی
Jaaginema	۴	٪۵/۱۹
Limnothrix	۲	٪۲/۵۹
pseudanabeana	۵	٪۷/۱
Geitlerinema	۲	٪۲/۵۹
Spirulina	۵	٪۷/۱
Planktolyngbya	۱	٪۱/۲۹
Leptolyngbya	۲	٪۲/۵۹
Oscilatoria	۷	٪۹/۰۹
lyngbya	۵	٪۷/۱
Plectonema	۱	٪۱/۲۹
Schizothrix	۱	٪۱/۲۹
Komvophoron	۳	٪۳/۸۹
Microcoleous	۱	٪۱/۲۹
Planktothrix	۱	٪۱/۲۹
Brozia	۱	٪۱/۲۹
Phormidium	۱۳	٪۱۶/۸۸
Gomentiella	۱	٪۱/۲۹
Nodularia	۱	٪۱/۲۹
Anabaena	۱	٪۱/۲۹
Chroococcus	۷	٪۹/۰۹
Gomentiella	۱	٪۱/۲۹
Nodularia	۱	٪۱/۲۹
Anabaena	۱	٪۱/۲۹
Aulosira	۱	٪۱/۲۹
Aphanocapsa	۲	٪۲/۵۹
Synechocystis	۳	٪۳/۸۹
cyanobium	۱	٪۱/۲۹
Rhabdoderma	۱	٪۱/۲۹
Aphanothece	۱	٪۱/۲۹
Cyanobacterium	۲	٪۲/۵۹
Synechococcus	۱	٪۱/۲۹
Johannesbaptistia	۱	٪۱/۲۹

بحث

مطالعات اولیه بر روی جلبک‌های چشمه های آب گرم و ترکیب فلوریستیک آنها توسط Kapalan در سال ۱۹۵۶ انجام شد که مشتمل بر بررسی درجه حرارت، pH، مطالعه کلنی باکتری‌های اکسید کننده گوگرد، باکتری سولفور- فتوسنتزی، باکتری‌های احیا کننده سولفات و جلبک‌های مناطق جزیره ای معروف روتورا، تائوپا و وایت بود. هزاران چشمه آب گرم بر روی زمین شناخته شده اند که عمدتاً در مناطق آتشفشانی مانند نیوزیلند و ایسلند واقع شده‌اند. جوامع بیولوژیک در چشمه های گرم پارک یلوستون و پارک ملی ملی مونت رینیر در آمریکای شمالی با تاکید بر پراکنش و تولید در جوامع جلبکی مورد مطالعه قرار گرفته است (Brock and Brock, 1966). در مطالعات جلبکی چشمه‌های گرم پارک ملی تونگاریو، ۹ جلبک

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.5.4]

سبز- آبی و یک گونه جلبک سبز گزارش شده است. مطالعات دیگری نیز بر روی جلبک‌های سبز- آبی چشمه های آب گرم در سراسر جهان انجام گرفته است (Castenholz, 1969 and 1996; Brock, 1978; ward *et al*., 1989; Sompong *et al*., 2005; Thomas and Gonzalves, 1965; Jha and Kumar, 1990; Jha, 1992; Adhikary, 2006; Jana, 1973).

مطالعه حاضر با توجه به اهمیت شناسایی جلبک‌های سبز- آبی قادر به رشد در چشمه های آب گرم آغاز شد. با وجود محدودیت‌های موجود در مراحل مختلف انجام کار سعی گردید تا از جنبه‌های مختلف سیستماتیکی، مورفولوژیکی، فیلوژنتیکی و فیزیولوژیکی به مطالعه جلبک‌های سبز- آبی ترموفیل ۳ چشمه آب گرم مورد بررسی پرداخته شود تا یک گزارش نوین از فرم های ترموفیل موجود در چشمه های آب گرم مورد مطالعه ارائه شود. در این مطالعه از کل ۷۷ گونه شناسایی شده، ۱۹ گونه مربوط به راسته Chroococcales (۲۴/۶٪) و ۳ گونه مربوط به راسته Nostocales (۳/۸٪) و ۵۵ گونه مربوط به راسته Oscillatoriales (۷۱/۴٪) می باشد. همانطور که ملاحظه می‌گردد راسته Nostocales که راسته جلبک‌های سبز- آبی هتروسیست دار می باشد کمترین میزان درصد فراوانی گونه ای را در روند مطالعاتی حاضر نشان داد، به طوریکه فقط دو تاکسون در چشمه آب گرم حاجی آباد و یک تاکسون در چشمه آب گرم گنو از این راسته شناسایی شد. در مقابل، راسته Chroococcales با داشتن ۲۴/۶٪ از تنوع نسبتاً خوبی و راسته Oscillatoriales با داشتن ۷۱/۴٪ از بیشترین میزان تنوع برخوردار بود. از بین جنس های شناسایی شده جنس Phormidium با داشتن ۱۳ گونه (۱۶/۸٪) بیشترین میزان تنوع را دارا می‌باشد (جدول۸). در مقایسه بین سه چشمه آب گرم مطالعه شده ۶۳ گونه مربوط به چشمه آب گرم حاجی آباد، ۱۳ گونه مربوط به خورگو و ۳۶ گونه مربوط به گنو می باشد که جنس Jaginema با چهار گونه اش در همه چشمه ها حضور دارند. چشمه آب گرم حاجی آباد به دلیل دمای پایین تر نسبت به چشمه های دیگر و همچنین میزان اکسیژن محلول بیشتر، از شرایط مطلوب تری جهت رشد جلبک‌های سبز- آبی برخوردار است و حضور بیشترین تعداد گونه و تنوع گونه ای شناسایی شده در این چشمه را می توان به شرایط محیطی مناسب تر در آن نسبت داد. در مقابل، چشمه آب گرم خورگو به علت داشتن فاکتورهای محدود کننده همچون سختی کل بالا، درصد مواد محلول بالا، داشتن درصد بالایی از ترکیباتی مانند سولفات، فسفات، کلراید و همچنین درصد بالایی از عناصری مانند فلوئور، سدیم، منیزیم و کلسیم، میزان تنوع گونه ای بسیار پایینی داشت.

منابـع

اسدی، م. ۱۳۹۱. بررسی میزان تحول چشمه های کارستی استان هرمزگان. طرح پژوهشی استانی. دانشگاه پیام نور.

شاه بیگ، ا. ۱۳۷۲. آبهای معدنی و گرم ایران. سازمان زمین شناسی کشور. ۳۹۰ صفحه.

Adhikary, S.P. 2006. Blue Green Algae: Survival Strategies in Diverse Environment. Pointer Publication, Jaipur. 201 p.

Allen, M.B. 1950. The dynamic nature of thermophily. The Journal of General Physiology. 33: 205-214.

Allen, M.B. 1953. The thermophilic aerobic sporeforming bacteria. Bacteriology Reviews. 17: 125-173.

Andersen, R.A. 2005. Algal Culturing Techniques. Elsevier Academic Press. 589 p.

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

Brock, T.D. 1967. Micro-organisms adapted to high temperatures. Nature. 214: 882–885.

Brock, T.D. 1978. Thermophilic Microorganisms and Life at High Temperatures.Spinger-Verlag, Berlin. 465 p.

Castenholz, R.W. 1969. The thermophilic cyanophytes of Iceland and the upper temperature limit. Journal of Phycology. 5: 350-358.

Castenholz, R.W. 1996. Endemism and biodiversity of thermophile cyanobacteria. Nova Hedwigia Beihefte. 112: 33-47

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.5.4]

Debnath, M., Chandra Mandal, N., Ray, S. 2009. The study of Cyanobacterial flora from geothermal springs of Bakreswar, West Bengal, India. Algae. 24(4): 185-193.

Desikachary, T.V. 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 684 p.

Jana, B.B. 1973. The thermal springs of Bakreswar, India physi-co-chemical conditions, Flora and Fauna. Hydrobiologia. 41: 291-307.

Jha, M. 1992. Hydrobiological studies on SurajKund and ChandramaKund, hot springs of Rajgir, Bihar, India. Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie.77: 435-443.

Jha, M., Kumar H.D. 1990. Cyanobacterial flora and physico-chemical properties of Saptadhara and Brahma Kundhotsprings of Rajgir, Bihar, India. Nova Hedwigia50: 529-534

Kaplan, I.R. 1956. Evidence of microbiological activity in some of the geothermal regions of New Zealand. New Zealand Journal of Science and Technology. 37: 639–662

Komárek, J. 2005. The modern classification cyanoprokaryotes Oceanological and Hydrobiological studies. XXXIV(3): 5-17

Patil, L.S., Kulkarni, M.V., Puranik, P.R. 2009. Assessment of antibacterial potential of some indigenously isolated cyanobacterial species. Journal of Pharmacy Research. 2(6): 1116-1119.

Sompong, U., Hawkins P.R., Besley C., Peerapornpisal, Y. 2005. The distribution of cyanobacteria across physical and chemical gradients in hot springs in northern Thailand. FEMS Microbiology Ecology. 52: 365-376.

Stanier, R.Y., Kunisawa, R., Mandel, M., Cohen-Bazire, G. 1971. Purification and properties of unicellular blue- green algae (order Chroococcales). Bacteriology Reviews. 35: 171-205.

Swain, F.M. 1969. Paleomicrobiology. Annual Review of Microbiology. 23: 455-472.

Thomas, J., Gonzalves, E.A. 1965. Thermal algae of Western India: VII. Algae of the hot springs at Rajapur. Hydrobiologia. 26: 66-71

Ward, D.M., Weller, R., Shiea, J., Castenholz, R.W., Cohen, Y. 1989. Hot spring microbial mats: anoxygenic and oxygenic mats of possible evolutionary significance. In: Cohen Y. and Rosenberg E. (eds), Microbial Mats: Physiological Ecology of Benthic Microbial Communities. American Society for Microbiology, Washington D.C. pp. 3-15.

Mohamed, Z.A. 2008. Toxic cyanobacteria and cyanotoxins in public hot springs in Saudi Arabia. Toxicon. 51(1): 17-27

Zareidarki, B. 2011. Cyanophyta from Different Water Bodies of Iran. International Journal on Algae. 13(1): 52-62.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.5.4]