



تغییر سطح دریا و تحول سواحل در هولوسن میانی^(۱)

نوشته: آنتونی لونگ

ترجمه: محمدشرفی - محسن هادی

و مداوم یخ در طی هولوسن میانی و بیشتر هولوسن پایانی باعث بالآمدن سطح دریا به میزان ۳ تا ۵ متر شده است. تصمیم راسخ در اهمیت این مدلها بسیار مهم است، چرا که:

(الف) زمانی که مدلها و مشاهدات میدانی سطح متوسط دریا RSL با هم مقایسه شوند

پایین رفتن سطح دریا در هولوسن میانی بیشتر نمایان می شود. (ا.ک. ناکادا و دیگران ۲۰۰۰؛ رستمی و دیگران ۲۰۰۰؛ شان و دیگران ۲۰۰۰)

(ب) تغییرات جزئی ذوب یخهای هولوسن میانی و پایانی ممکن است منجر به تغییرات عمده در نتایج مدلها از نظر بروز پیش بینی فرو روی آب دریا در سرزمینها (پهنه‌ها)ی دور شود. (کلارک و سینگل، ۱۹۹۷)

همچنین مطالعه آثار ائوستازی هر صفحه یخ، تفاوت‌های زیادی را در طول هولوسن میانی نشان می دهد. مثلاً پلتایر (۱۹۹۸) معتقد است که قطب جنوب راهنمای خوبی برای تشخیص روند سطح ایستایی (بالا و پایین رفتن سطح دریا) است در حالی که امریکای شمالی، اوراسیا و گرینلند بعد از حدود ۸۸۰۰ سال پیش سهم کمتری در این روند دارند. سهم قطب جنوب در افزایش سطح استاتیک دریا از حدود ۸۸۰۰ تا ۵۰۰۰ سال پیش تقریباً به ۱۰ متر می رسد. در مقابل فلمینگ (۱۹۹۸) معتقد است که پایین رفتن سطح دریا در هولوسن میانی حاصل کاهش آب ناشی از ذوب یخ در امریکای شمالی و در صفحات یخ قطب جنوب است. صرف نظر از اینکه کدام یک از موارد بالا درست است، اینجا تفاوت قابل توجهی بین این مشاهدات و برآوردهای حجم یخ توسط مدل‌سازان صفحه یخی در طول هولوسن میانی وجود دارد. اما بنتلی (۱۹۹۹) استدلال کرد که سهم کلی در نظر گرفته شده از آب ناشی از ذوب یخ قطب جنوب که توسط پلتایر (۱۹۹۸) ارائه شده ۲۱ متر است که این دو برابر مقدار منظور شده توسط فلمینگ و دیگران (۱۹۹۸) در سرزمینهای یخ زده است که بین ۷/۶ تا ۱۳/۱ متر می باشد.

مشاهدات میدانی سطح متوسط دریا (RSL)

مشاهدات میدانی از RSL اشتباهات اساسی مدل‌های ژئوفیزیکی را نشان می دهند. در پهنه‌های دوردست، در اقیانوس آرام استوایی، هولوسن میانی با بالآمدگی بین ۱ تا ۵ متر بالاتر از سطح دریا فعلی مشخص شده است و مطالعات اخیر تلاش می کنند که سطح متوسط دریا را با توجه به این روند بازسازی کنند. وودرف و همکاران (۲۰۰۰) اطلاعات لرزه‌شناسی و چینه‌شناسی فراوانی از جزایر یم (yam)، ورابر (warraber) و هاموند (Hammond) در تنگه تورس بین استرالیا و اندونزی بدست آوردند و حداقل سن را برای این بالآمدگی حدود ۶۶۰۰ سال پیش تعیین کرده‌اند. کندی و وودرف (۲۰۰۰) زمان مشابهی را در جزیره لردها و (lordhowe) و در دریای تاسمانی تعیین می کنند که البته هر دو این برآوردها ۱۰۰۰ سال یا حتی زودتر از بالآمدگی است که توسط دیکسون (۲۰۰۰) در جزایر ماریانا (Mariana) که حدود ۵۵۰۰ سال پیش شروع و تا حدود ۲۲۰۰ سال پیش ادامه داشته، تعیین شده است. مطالعات میدانی اخیر نشان می دهد که مدل‌های ژئوفیزیکی، بالآمدگی جزایر ماریانا را در حدود ۱/۹ متر بالاتر از سطح کنونی پیش بینی می کنند. به هرحال مطالعات میدانی آنورتا (Onorta) و گوام (Guam) بالآمدگی بالاتر از این سطح را پیش بینی می کنند و دیکسون

چکیده

سواحل در هولوسن میانی، هم از نظر فرآیند و هم از نظر فرم با سواحل هولوسن پیشین و پسین تفاوت‌های ریشه‌ای دارد. برای درک این اختلاف، این مقاله تحقیقات اخیر را در رابطه با تغییرات سطح دریا و تحول سواحل بین سالهای ۷۸۰۰ تا ۴۴۰۰ سال پیش محاسبه کرده است. (تقریباً حدود ۷۰۰۰ تا ۴۰۰۰ سال پیش که توسط کربن ۱۴ اندازه‌گیری شده است) اساساً سطح متوسط آب دریا در طی این مدت به علت افزایش تخلیه آب ناشی از ذوب صفحات یخ نیمکره شمالی تغییر یافته است که البته در این تغییر نقش قطب جنوب ناچیز است. این مقاله به مسائل تغییرات ائوستازی در هولوسن میانی، یعنی بررسی سن - ارتفاع و سپس الگوهای تحول سواحل می پردازد.

تغییرات ائوستازی و مدل‌های ژئوفیزیکی

امروزه مدل‌های ژئوفیزیکی توانایی پیش بینی سطح متوسط آب دریا RSL را به صورت محلی و ناحیه‌ای تقریباً در تمام سواحل روی زمین دارند. اگر چه کنش‌ها و واکنش‌های متنوع بین فرایندهای گلاسیو-ائوستازی^(۲) و فرایندهای هیدرو-ائوستازی^(۳) به طور متوسط RSL را با تغییرات زیادی نشان می دهند با این وجود مشخص نمودن شواهد سرزمینهای (پهنه‌های) دور، میانه و نزدیک اهمیت زیادی دارد. پهنه‌های دور جاهایی هستند که نقش هیدروائوستازی بیشتر از گلاسیوائوستازی است، چرا که آنها از حواشی صفحات یخ زمانهای گذشته دورند و معمولاً نیروهای ایزوستازی در آنجا جزئی است. بنابراین منحنی RSL این مکانها به صورت کاملاً مشخصی تغییرات ائوستازی را نشان می دهد. پهنه‌های میانه در مرز حدود ۲۰۰۰ کیلومتری صفحات یخ زمانهای بیشتر قرار دارند. در این مکانها RSL بعد از هولوسن میانی به بالا آمدگی خودش ادامه می دهد. اما مسلماً به سطح قبلی‌اش نمی‌رسد. در اینجا علائم گلاسیو-ائوستازی به خاطر فرونشست^(۴) پوسته ناشی از حرکت ماده مذاب گویشته به سوی نواحی یخچال زدایی شده منفی است. و بالاخره در پهنه‌های نزدیک که در محدوده حواشی صفحات یخ قرار دارند، الگوی پیچیده‌تری از RSL گزارش می شود. چون علائم گلاسیوائوستازی غالب و تغییرات استاتیک به طور موقتی و متناوب به شیوه‌ای پیچیده بر همدیگر تأثیر می گذارند. در چند مطالعه اخیر برای مشخص نمودن سطح استاتیک دریا، از اطلاعات RSL قبیل از اوج یخبندان اخیر^(۵) استفاده شده است. ا.ک. پلتایر (۱۹۹۸)، فلمینگ و دیگران (۱۹۹۸)، لامبک و دیگران (۲۰۰۰)، یوکوهاما و دیگران (۲۰۰۰) بیشتر بر روی حداقل سطح ایستایی آب دریا در اوج آخرین یخبندان توجه داشته‌اند و کمتر به زمانبندی و اهمیت کاهش سطح آب دریا در هولوسن میانی پرداخته‌اند. پلتایر (۱۹۹۸) کاهش سطح دریا را بین حدود ۸۰۰۰ تا ۵۰۰۰ سال پیش، یعنی زمانی که ذوب تدریجی یخها به طور ناگهانی پایان می‌یابد، تعیین می کند. در مقابل فلمینگ و دیگران (۱۹۹۸) و ناکادا و دیگران (۲۰۰۰) بالآمدن سطح متوسط آب دریا را بین سالهای ۷۴۰۰ تا ۶۸۰۰ سال پیش تعیین کردند. در حالی که آنها و همچنین لامبک (۱۹۹۹) و شان و دیگران (۲۰۰۰) معتقدند که ذوب تدریجی

(۲۰۰۰) استدلال می‌کند که این باید با نتیجه اثرات فرورانش تکنونیک و یا زلزله‌های مهیب در این ناحیه باشد. در جای دیگر از اقیانوس آرام، در جزیره هنگ کنگ، با تعیین سن براساس رادیوکربن از بقایای یک پوسته در تراز ۱/۷ متر بالاتر از سطح کشند امروزی، زمان بالآمدگی هولوسن میانی را در حدود ۵۸۰۰ سال پیش مشخص کرده‌اند. (دیویس و دیگران، ۲۰۰۰)

در طول ساحل شرقی هند بین ۸ و ۱۷ درجه شمالی، بانرجی (۲۰۰۰) تراسه‌های دریایی، جزایر مرجانی، فسیلهای سنگ دانه (Grain Stone) و حلزونهای (Molluscs) دلزای رودها را به عنوان شواهد بالآمدگی در حدود ۷۳۵۰ سال پیش ذکر می‌کند. که این البته تا یک دوره ثبات تا تقریباً ۶۲۵۰ سال پیش که سطح متوسط دریا RSL برای دومین بار بالآمد، پذیرفته می‌شود. بانرجی (۲۰۰۰) این بالآمدگی مضاعف را با پدیده‌های مشابهی در سریلانکا، افریقای جنوبی و برزیل مرتبط می‌داند و اظهار می‌دارد که این پدیده‌ها در عرض اقیانوس‌های آرام و اطلس گسترش داشته است. نمونه‌های دیگری از بالآمدگی مضاعف توسط باکستر (Baxter) و میداوس (Meadows) (۲۰۰۰) در دماغه غربی افریقای جنوبی ارائه شده است. که در این منطقه اولین اوج بالآمدگی سطح متوسط دریا حدوداً ۸۲۰۰ سال پیش، قبل از پایین رفتن سطح متوسط دریا و دومین اوج بالآمدگی به میزان ۴/۸ متر در ۴۴۰۰ سال قبل می‌باشد. بالآمدگیهای مضاعف در پهنه‌های دوردست توسط مدل‌های ژئوفیزیک پیش‌بینی نشده‌اند. با توجه به موارد مذکور در بالا، بارگیری، بارگیری هیدروایزوستازی و فرسایش‌های تکنونیک در بسیاری از سرزمینهای دور و متوسط اهمیت زیادی دارند و به وضوح در تحلیل‌های جامع‌تری از روند RSL در طول هزار متر کشیدگی پاتاگونیا، آرژانتین توسط رستمی و دیگران (۲۰۰۰) نشان داده شده است. گزارش‌های مشاهدات میدانی از سطح متوسط دریا در هولوسن میانی از سواحل مذکور با پیش‌بینی‌های مدل ICE-4G(VM2) پلتاینر قیاس می‌شوند. مشاهدات میدانی و پیش‌بینی‌های مدل‌ها در قسمت شمالی امریکای جنوبی، ونزوئلا و برزیل، توافق قابل قبولی را نشان می‌دهند. اما در عرض پاتاگونیا آرژانتین تفاوت‌های عمده‌ای وجود دارد و حداکثر ۵ متر بالآمدگی در حدود ۵۰۰۰ سال قبل توسط مدل‌ها پیش‌بینی می‌شود. بعلاوه اطلاعات میدانی از پاتاگونیا، بالآمدگی منفردی را در حدود ۸۰۰۰ تا ۷۰۰۰ سال پیش نشان می‌دهد که توسط مدل‌ها چند هزار سال قبل‌تر پیش‌بینی شده است. بعضی از این اختلافها در پیش‌بینی مدل‌ها و مطالعات میدانی ممکن است نقاط شاخص سطح دریا را با بار هیدروستازی در فلات قاره پهناور پانتاگونیا که می‌توانست بالآمدگی ساحلی بیشتری از آنچه توسط مدل ICE-4CV(vm2) پیش‌بینی شده بود، به اشتباه نشان دهند. سرانجام این اختلافات ممکن است تغییراتی در دامنه کشند، زمانی که این فلات قاره پهناور زیر آب می‌رود، یا حتی تغییراتی در بالآمدگی ناشی از فرورانش که تغییر شکل‌های تکنونیک نزدیک چاله شیلی به آن نسبت داده شده است را نشان دهند. مطالعات RSL در سرزمینهای میانه، بر تعال که توسط دیاس (Dias) و دیگران (۲۰۰۰) انجام شده یک نوار منفرد از سطح دریا که فاقد نقاط اطلاعات واقعی می‌باشد و یا با اشتباهات متوالی همراه است را نشان می‌دهد که این حاکی از این است که RSL به سرعت تا رسیدن به سطح کنونی از حدود ۶۸۰۰ سال پیش در حال بالآمدن بوده است. همچنین ملالی و دیگران (۲۰۰۰) به وضوح میزان پایین رفتن RSL در جیروند

(Gironde) را در ۶۸۰۰ سال پیش مشخص کرده‌اند. راست و کرشا (۲۰۰۰) با مطالعات میدانی فعالیتهای تکنونیک در ناحیه مدیترانه، بریدگیهای دریایی چهار نقطه در جزیره سیسیل را با ذکر تاریخ مشهورترین آنها، با استفاده از تعیین سن بوسیله رادیوکربن، تقریباً حدود ۵ متر یا حتی بیشتر از سطح امروزی، در ۵۷۰۰ سال پیش تعیین کردند. با فرض ۵ متر بالآمدگی سطح ایستایی از این تاریخ، راست و کرشا (۲۰۰۰) حدود ۱ تا ۲ میلیمتر بالآمدگی سطح ایستایی را در سال از تاریخ تشکیل اولین بریدگی محاسبه می‌کنند که دوبرابر میزان بالآمدگی خط ساحلی بین یخچالی تایرنین (Tyrrhenian) (از اشکوب‌های کوتاه‌تری) می‌باشد. در پهنه‌های نزدیک علامت نیروی گلاسیو-ایزوستازی روند تغییرات سطحی بسیار متفاوتی را در طول هولوسن میانی بوجود می‌آورد. وان هترن (Van Heteren) و دیگران (۲۰۰۰) و نیکیتین (Nikitina) و دیگران (۲۰۰۰) اطلاعات جدیدی از RSL در ماساچوست و دلاویر (Delaware) در امریکای شمالی ارائه کردند که روند بالآمدگی قابل توجهی را در سطح متوسط دریا در طی هولوسن میانی نشان می‌دهد که به دلایل مختلف جالب توجهند. وان هترن و دیگران (۲۰۰۰) با مطالعات میدانی برآیندی از روش تعیین سن نوری تپه‌های شنی مرز ماساچوست را ارائه کردند که به وضوح افزایش سطح متوسط دریا به میزان تقریباً ۸ متر در حدود ۵۵۰۰ سال قبل را نشان می‌دهد. این روش امیدوارانه در محیطهای دیگر مانند بالآمدگی متوالی سواحل عرضهای جغرافیایی بالاتر بکار گرفته شد. با مطالعات میدانی منحنی RSL در منطقه دلاویر (در امریکای شمالی) که توسط بلکانپ و کرافت انجام گرفت، ۲۲ سطح تئوری جدید مشخص شد. تفاوت‌های ظریفی بین گزارشهای قدیم و جدید وجود دارد، اما مدارک جالبتری برای مقایسه منحنی‌های RSL ماین، کلبتون، ایسلند، نیوجرسی و ویرجینیا وجود دارند که به خوبی افزایش حرکت نیروهای ایزوستازی به سمت شمال را نشان می‌دهد. (نیکیتین و دیگران ۲۰۰۰) که هنوز هم حرکت آرام به سمت مرکز صفحه یخ پیشین ادامه دارد. مدارک دیگر به تفصیل افزایش واکنش گلاسیوایزوستازی را در کنترل روند RSL در هولوسن میانی نشان می‌دهند. بنابراین در ناحیه کبک (Quebec)، بایری (Bhry) و دیگران (۲۰۰۰) از میکروفسیلهای گیاهان برای پی بردن به پایین رفتن موقت RSL بین ۷۸۰۰ و ۶۸۰۰ سال پیش استفاده کرده‌اند. این محققین از انتقال آب شور محیط کشندی به باتلاق کاتاایا (Cataia) خبر می‌دهند و سپس جنگلهای مرتفعی که فرونشینی حدود ۵ تا ۱۰ متر نشان می‌دهند، را گزارش می‌کنند. بازگشت سریع شرایط دریایی، به علت بالآمدن مجدد سطح دریا دانسته شده است. اتفاق افتادن چنان نوسان بزرگی در RSL بدین لحاظ قابل توجه است که رسوبهای آلی می‌توانستند بطور مداوم روی هم انباشته شوند تا اینکه اکسیده شده و یا فرسایش یابند. بایری و دیگران (۲۰۰۰) اظهار می‌دارند که معقول‌ترین توجیه برای این نوسان، حرکت به سمت شمال سیر کامبرین^(۶) (سپر یخی کانادا) می‌باشد. در آلاسکای شرقی میزان بالآمدگی افزایش پیدامی‌کند. اما نوسانات RSL در هولوسن میانی بسی حرکت گزارش می‌شوند. جوردن (۲۰۰۰) در بررسی مرفولوژی ساحل جنوب برنجیا (Beringia) نشان می‌دهد که RSL به پایین‌تر از سطح کنونی در حدود ۵۵۰۰ سال پیش پایین‌تر می‌رود و در حدود ۲۰۰۰ سال پیش به اوج بالآمدگی‌اش می‌رسد و دوباره پایین می‌رود که علت این نوسان به روشنی

معلوم نیست. در شمالغرب اروپا، دریای شمال مکان مناسبی برای مطالعه و بررسی اثرات متقابل ائوستازی پهنه‌های نزدیک فراهم می‌آورد. یک سری از مطالعات، شان و آندریو (۲۰۰۰) نتایج تحقیقات علمی UK (بریتانیای کبیر) را به تفصیل شرح می‌دهند و مطالعه اثرات متقابل خشکی - دریا و چندین تحلیل محلی و ناحیه‌ای در مورد تغییر RSL در هولوسن میانی را ارائه می‌دهند. آندریو (Andrews) و دیگران (۲۰۰۰) و دیگران (۲۰۰۰)، بریو (Brew) و دیگران (۲۰۰۰)، متکالف (Metcalfe) و دیگران (۲۰۰۰)، پلاتر و دیگران (۲۰۰۰)، شانان (Shennan) و دیگران (نیمه دوم ۲۰۰۰) تحلیل‌هایی از این اطلاعات ارائه دادند و منحنی مختصر و ساده‌ای برای هر ناحیه طراحی کردند که بایش بینی مدل‌های ژئوفیزیکی قابل قیاس‌اند. منحنی RSL نورنبرگ شمالی (۷) ۶۰۰۰ قبل، نسبت به منحنی جنوب شرقی آنگلین (Angline) فنلاند ۱۰ متر بالاتر را نشان می‌دهد که تفاوت‌های اساسی و معنی‌دار واکنش به نیروهای گلاسیوایزوستازی در طول سواحل انگلستان را آشکار می‌کند. با این وجود تشابه بین مدل‌ها و اطلاعات میدانی RSL در طول هولوسن میانی متغیر است. برای نمونه مدل‌های ژئوفیزیکی سطح RSL را در مرداب‌های تیس (Tees) و لینکلن شایر (Lincoln shire) پایین تخمین می‌زند درحالی که در فنلاند و نورفک (Nor folk) شمالی سطح RSL را بالاتر از حد امروزی برآورد می‌کند. اصلاح اطلاعات RSL برای تغییرات در دامنه کشندی که تقریباً تا ۶۸۰۰ سال پیش افزایش می‌یابد (شان و دیگران ۲۰۰۰) سطح تراز ناماستیری را تعیین می‌کند.

بحث

مرور مطالعه بالا حاکی از اینست که اختلاف‌های زیادی بین مشاهدات میدانی و بحث‌های نظری یا مدل‌های ژئوفیزیکی راجع به روندهای RSL در پهنه‌های دور، میانه و نزدیک وجود دارد. بدون شک بعضی از این اختلاف‌ها از خود مدل‌ها بوجود می‌آید. برای مثال آنها فقط جهت محور غلظت گورشته زمین را در ابتدا مورد توجه قرار می‌دهند. (کافمن^(۸) و دیگران ۲۰۰۰). مشکلات دیگر در رابطه با اطلاعات و داده‌ها وجود دارد مانند عدم تعیین زمان قطعی در بازسازی ارتفاعات قبلی که در تحلیل‌ها از این ارتفاعات بازسازی شده استفاده شده است. پایین رفتن سطح RSL در سواحل مرتفع هولوسن میانی، رسوب‌های ساحلی را در معرض دید قرار داده و باعث هوازدگی آنها شده است که این امر می‌تواند حفاظت بالقوه رسوبات را کاهش دهد و نتیجه تعیین سن رسوبات را تحت تأثیر قرار دهد.

بر روی پهنه‌های میانه و برخی پهنه‌های نزدیک که RSL روند دائمی بالامندی داشته است، رسوب‌های باقی مانده از هولوسن میانی اشباع از آب و به طور عمده دست نخورده باقی مانده است. اما این رسوب‌ها به حد زیادی فشرده شده‌اند و کمتر شاخص‌های اولیه را نمایش می‌دهند که این امر منجر به تخمین بیشتر RSL در هولوسن میانی شده است. علیرغم این اختلافات، مدل‌های ژئوفیزیکی و مطالعات میدانی هر دو به نوسانات عمده RSL در طی هولوسن میانی اشاره دارند. به طوری که میزان ذوب یخ کاهش می‌یابد و حجم زیاد آب دوباره در تمام اقیانوس‌های جهان پخش می‌گردد و این سؤال را در ذهن ما ایجاد می‌کند که واکنش سواحل جهان نسبت به این تغییرات چگونه بوده است؟ ا.ک. لانگ (Long) و دیگران (۱۹۹۹)، راش (۲۰۰۰) بر این باورند که نزدیکترین مکان‌ها (پهنه‌های نزدیک) به مراکز صفحات

پیشین یخ کمترین حساسیت به نوسانات آب در این زمان داشته‌اند. در نظر آنان زمانی که نیروهای گلاسیو-ایزوستازی غالب می‌شوند تغییرات ائوستازی کاهش می‌یابد اما در بسیاری از سواحل سرزمین‌های دور و میانه، اثرات عمیق بوده به طوری که تعادل بین بالامندی سطح دریا و تولید رسوب به طور اساسی به هم می‌خورد. در بسیاری از نواحی دنیا سرعت بالامندی RSL در هولوسن پایینی بیشتر و سریعتر از میزان انباشت رسوبات بوده است. که این امر با فضایی که سریعاً از رسوب بعثت پایین رفتن RSL در هولوسن میانی پر شده، مطابقت دارد و به وضوح در سرزمین‌های میانه و دور مشخص شده است. برای مثال وودرف و دیگران (۲۰۰۰) نشان دادند که سواحل جزایر مرجانی در طی هولوسن پایینی در تنگه تورس حدود ۷۸۰۰ سال قبل بعثت انباشت زیاد از میکروآتول‌ها^(۹) مانند ریف‌های برونزده گسترش یافته و مطابق فضای موجود محلی بریده شده‌اند. کندی (Kennedy) و وودرف (۲۰۰۰) به صورت گسترده‌ای روند مشابهی از این پدیده‌ها را در دریای تاسمانی مشاهده نمودند که در اینجا اطلاعات چینه‌شناسی، پیشروی اولیه آب در خشکی^(۱۰)، در حدود ۸۸۰۰ سال قبل نشان می‌دهد که با شروع رسوبگذاری مرادبی تا حدود ۷۴۰۰ سال پیش ادامه پیدا کرد. برای یک باراراس ریف‌ها (جزایر مرجانی) به سطح دریا رسید و رسوبگذاری تقریباً همه فضاهای موجود در مراب را حدود ۵۷۰۰ سال پیش بر کرد. واکنش‌های سریعی نسبت به پایین رفتن RSL در هولوسن میانی قبلاً در ساحل مانگرو (Mangrove) در شمال استرالیا به وضوح مشخص شده‌اند. جایی که مصب رودها و خلیج‌های کوچک از رسوب پر شده و به صورت بانلاق درآمدند. مانند رودخانه الیگاتور^(۱۱) (وودرف ۱۹۹۳). همچنین تغییرات ساحلی عمده در سیستم‌های ساحلی لجنی و ماسه‌ای شمالی استرالیا رخ داد. بورمان (Bourman) و دیگران (۲۰۰۰) و کان (Cann) و دیگران (۲۰۰۰) جزئیات واکنش‌های ساحلی مصب رودخانه میورای (Murray) در طی این دوره را شرح دادند. بر اثر پیشروی دریا در هولوسن پایینی، دالانهای^(۱۲) بین تل ماسه‌های^(۱۳) حصارهای ساحلی که از زمان پلیستوسن وجود داشتند به صورت دریاچه‌های انتهایی رودخانه میورای درآمدند. در این زمان RSL بین سالهای ۷۴۰۰ تا ۵۷۰۰ سال پیش به حداکثر میزان خود رسید. همچنین سطوح لجنی (باتلاقی) و شنی در حواشی این دریاچه‌ها گسترش یافت که بعداً در طی هولوسن پایینی، موقعی که RSL نزل یافت و آب وهوا خشک‌تر گردید، این سطوح پاک شده و به صورت اولی خود برگشتند. همچنین دلتای رودها در سرزمین‌های میانه در طی هولوسن میانی از رسوب پر شده و سریعاً تغییر شکل پیدا کردند به طوری که حصارهای شنی و ماسه‌ای در این مکانها گسترش یافتند. (ا.ک. دیاس و دیگران ۲۰۰۰) دابریو (Dabrio) و همکاران (۲۰۰۰) در خلیج کادیز (Casiz) در اسپانیا مرکزی نشان دادند که به همان اندازه که RSL حدود ۷۴۰۰ سال قبل شروع به فرونشینی کرد، فضای محیطی مصب رودها کاهش یافت و سطوح گل آلود و باتلاقی و حصارهای شنی گسترش یافتند. ملالی (Mellaliu) و همکاران (۲۰۰۰) در مصب رودخانه جیرونده (Gironde) در فرانسه، رسوب‌های وسیعی از تورب آب‌های شور و شیرین که تشکیل آن در سرتاسر ناحیه از ۶۴۰۰ سال قبل شروع شده را تشخیص دادند. ضخامت این توربها به ۱۳ متر می‌رسید و سپس دوباره در ۲۸۰۰ سال قبل در زیر طوفانهای

کادیز، دابریو و همکاران (۲۰۰۰) اظهار داشتند که حجم رسوب دلتای رودها با پیشروی آب دریا و میزان بالای آلودگی آن ارتباط دارد که به صورت محدودی، ارتباط رسوبهای عمودی متوالی در کشتند و امواج غالب دلتای رود نشان داده شده است. مدل‌های چینه‌شناسی موجود برآیند تا از سیستم‌های رسوبی که در آنها رسوبهای کلاستیک (Clastic) غالب است، استفاده شود. به‌رحال اکثر مطالعات بر روی پهنه‌های دور و میانه، گسترش رسوبهای آلی را نشان می‌دهند. (لانگ و همکاران، ۲۰۰۰)

برای مثال، ملالی و دیگران (۲۰۰۰) یک فاز اصلی شکل‌گیری تورب را در طول هولوسن میانی در گرینود (Grinode) مشخص کردند. همچنین موارد مشابه گسترده از شکل‌گیری تورب در اطراف دریای شمال نیز بیان شده است. (ا.ک. باتمن^(۱۸)، ۱۹۹۹، دنیس^(۱۹)، ۱۹۹۹، بل^(۲۰)، ۲۰۰۰، فیرت^(۲۱)، ۲۰۰۰، پترلیگر^(۲۲)، ۲۰۰۰، برنسن^(۲۳)، وستاوتامر^(۲۴)، ۲۰۰۰، لانگ و همکاران، ۲۰۰۰) این رسوبهای آلی، اجزاء اصلی معماری چینه‌شناسی در بسیاری از محیط‌های رسوبی هستند اما نیاز به مدل‌های تکامل یافته‌تری برای بررسی تغییرات دلتای رودها می‌باشد.

بررسی نتایج

فرایندهای کنترل‌کننده RSL و تحول ساحلی، اساساً در طی هولوسن میانی بعثت افزایش آب ناشی از ذوب یخ، تغییر کردند. در پهنه‌های دور جزایر مرجانی و دلتای رودهایی که از گل و شن انباشته شدند، یک دوره رسوبگذاری سریعی که فضاهای خالی را با انباشت رسوب پر کرد؛ مشخص می‌باشد. در پهنه‌های میانه و گاه‌گاه نزدیک، ما زمینهای مرطوب ساحلی غنی از مواد آلی را می‌بینیم که هنوز به صورت کامل در مدل‌های رایج گسترش دلتای رودها نشان داده نمی‌شوند. درک همه فرایندهای زیست‌محیطی RSL که در تجمع سریع رسوبهای کربناتی نقش دارند، اهمیت زیادی دارد. آندریو و دیگران (۲۰۰۰)، کندی و وودرف (۲۰۰۰) براین باورند که زمینهای حاصلخیز ریف‌ها احتمالاً در هولوسن میانی بر اثر درجه حرارت گرم‌تر دریا تقویت شده‌اند. با این وجود ما خیلی کم در مورد اثرات زیست محیطی انباشت تورب که در طی هولوسن میانی غالب بوده است، می‌دانیم. اما امید آن می‌رود که در آینده نه چندان دور، با مطالعات چند جانبه سطح نسبی دریا، رسوبهای باقیمانده و شکل هندسی سواحل رخدادهای بین‌یخچالی هولوسن میانی بیشتر مشخص شود.

پانویس

1- Mid - Holocene Sea-level change and coastal evolution

۲- پایین‌ترین سطح آب دریا و تحول سواحل در اثر گسترش یخچالها
۳- بالا رفتن سطح آب دریا بعثت ذوب یخ و کاهش یخچالها

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| 4- Subsidence | 5- LGM |
| 6- Laurentide forebulge | 7- North Northumberland |
| 8- Kaufmann | 9- Microatolls (جزایر مرجانی کوچک) |
| 10- Transgression | 11- Alligator |
| 12- Corridors | 13- Interdune |
| 14- Paleo geography | 15- Stanly |
| 16- Warne | 17- Good bred & Keuhl |
| 18- Baeteman | 19- Denys |
| 20- Bell | 21- Firth |
| 22- Petzelberger | 23- Berendsen |
| 24- Stouthamer | |

دریایی پوشانیده شدند. یک سری از نقشه‌های پالئوجئوگرافی^(۱۴) گسترش توربها که مشابه مصب وسیع رودخانه‌ها می‌باشد را به طور واضح و روشن نشان می‌دهند. (ملالی و همکاران ۲۰۰۰) آغاز شکل‌گیری دلتا در طی هولوسن میانی، نمونه‌های بیشتری از اهمیت منبع رسوبگذاری در طی این مدت ارائه می‌دهد. (استانلی^(۱۵) و وارن^(۱۶)، ۱۹۹۴) همچنین ریتال (Vital) و استاتجر (Statteger) (۲۰۰۰) اظهار می‌دارند که بالای آلودگی RSL در آمازون در طی هولوسن میانی سه مرحله تاریخی را پشت سر گذاشته است. سطح RSL بعد از فرونشستن‌اش در ماکزیم یخچالی واپسین، به سرعت از حدود ۵۷۰۰ سال پیش تا رسیدن به سطح امروزی افزایش یافت. سپس آمازون شبکه‌های رودهای گوناگونی را به هم متصل کرده که اتصال سیستم‌های رودخانه آمازون و پارا-توکانتینس (Para/Tocantins) از آن جمله است. با این وجود در رودهایی مانند گنگ-براهماپوترا (Ganges-Brahmaputra) که رسوبهای زیادی در آنها وجود داشت، تشکیل دلتا تا ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ سال قبل از پایین رفتن RSL در هولوسن میانی آغاز شد (گودریدوکنول^(۱۷)، ۲۰۰۰) و این بعثت رسوبهای زیاد تخریبی موجود در حوضه گنگ - برهماپوترا بعلاوه رژیم شدید بارش موسمی در این زمان بود. همچنانکه RSL بعد از حدود ۷۰۰۰ سال پیش فرونشینی پیدامی‌کند، فضاهای خالی از رسوب برمی‌شود و تراشهای آبرفتی گسترش می‌یابند. بنابراین بدیهی است که تغییر تعادل بین RSL و ایجاد رسوب اثرات زیادی بر روی بعضی سواحل در طی هولوسن میانی داشته است. یک رویه مورد تردید در مورد بالای آلودگی سطح دریا، حرکت از تغییر در مکانهای خاص به وضعیت تغییر عمومی سواحل در این دوره است که برای بررسی این امر در راه وجود دارد:

۱- توسعه و گسترش نقشه‌های پالئو-جئوگرافی برای نشان دادن تغییرات در موقعیت خطوط ساحلی است. (ا.ک. بریو و همکاران، متکالف و همکاران، ۲۰۰۰) برای مثال کلس (Coles) (۲۰۰۰) یک سری از نقشه‌های فرضی از یک منطقه خشک که مقداری از بستر آن توسط سیلاب دریای شمال در طول دوره دویین (Devenian) پایانی و هولوسن اشغال شده بوده را تهیه کرد. این توده خشکی، داگرلند (Doggerland) نامیده می‌شود و تمام محیط بریتانیا و منطقه وسیعی از دیگر قسمتهای اروپا را در بر می‌گیرد که شبکه‌های رودخانه‌ای، دریاچه‌ها، تپه‌های شتند (Shetland)، ویکینگ، برجن (Viking-Bergen Hills) و داگسر (Dogger Hills) در آن گسترش یافته‌اند. بعلاوه شبکه‌های رودخانه‌ای به صورت دره‌های تونلی در آن مشاهده می‌شود. امروزه برای بیان این تغییرات، اشتان و همکاران (۲۰۰۰) از ترکیبی از اطلاعات و مشاهدات میدانی RSL، مدل‌های ژئوفیزیک و روش عمق‌سنجی (Bathy metry) برای تهیه نقشه‌های تکامل تدریجی خطوط ساحلی از آغاز هولوسن استفاده می‌کنند. مطالعات مذکور بالای آلودگی دریای شمال در حدود ۵۲۰۰ سال پیش و پیوستش به دریای انگلستان قبل از ۸۸۰۰ سال پیش و بالاخره فرو رفتن ساحل داگر به زیر آب در ۶۸۰۰ سال پیش را نشان می‌دهد. نقشه‌های دیگری که توسط ملالی و همکاران (۲۰۰۰) متکالف و همکاران (۲۰۰۰) و بریو و همکاران (۲۰۰۰) تهیه شده است، به وضوح واکنش سواحل مصب رودهای جاری را در هولوسن میانی نمایان می‌سازد؛ جایی که بیشترین تغییرات در مرفولوژی ساحلی در طول هولوسن میانی و پایانی رخ داده است. ۲- توسعه مدل‌های چینه‌شناسی. این مدل‌ها تحولات ساحلی را در طی هولوسن میانی به نمایش می‌گذارد. بنابراین در خلیج