

## توصیف مقدماتی نظریه‌های صبح کاذب در

### نجوم دوره اسلامی<sup>۲،۱</sup>

حمیدرضا گیاهی یزدی

مدیر گروه تاریخ علم بنیاد دائرةالمعارف اسلامی، تهران hgiahi@hotmail.com

#### چکیده

(تاریخ دریافت: ۸۵/۲/۲۸ - تاریخ پذیرش: ۸۵/۴/۱۴)

در نجوم دوره اسلامی، بین الطلوعین نجومی را «صبح صادق» می‌نامیدند. در احکام اسلامی، رؤیت این پدیده، شاخص شروع وقت نماز صبح است. همچنین گزارش‌هایی درباره رؤیت پذیر بودن هاله‌ای کم‌نور به شکلی کشیده پیش از صبح صادق، که «صبح کاذب» نامیده می‌شد، از دوره اسلامی بر جای مانده است. اخترشناسی جدید علت صبح کاذب را بازتاب نورخورشید از ذرات غبار بین سیاره‌ای می‌داند و آن را نور

۱. این مقاله حاصل طرح پژوهشی «نظریه و رصد پدیده صبح کاذب در نجوم دوره اسلامی» (به شماره پرونده ۳۳۳/۳/۱۰۹۳) است که با حمایت مالی دانشگاه تهران صورت گرفته است. متن انگلیسی این مقاله با عنوان: "False dawn theories in the astronomy of the Islamic period: a preliminary survey" در *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* مجله ۲۰۰۵ / ۲۰۰۴ م در مجله (pp. 103-124) و متن فارسی آن که به وسیله خانم فاطمه سوادی ترجمه شده، با کسب مجوز از مؤسسه *Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* و بازنگری و ویرایش مؤلف محترم در این مجله به چاپ رسیده است.

۲. در شماره سوم مجله تاریخ علم مقاله‌ای با عنوان «صبح کاذب از چینوت پل تا بامستون» به قلم آقای حسین علیزاده غریب منتشر شده که در آن مؤلف محترم چندین بار ادعا کرده است که: نخستین بار متن رساله در بیان صبح کاذب از خواجه نصیرالدین طوسی را وی منتشر می‌کند، در حالی که نخستین بار متن این رساله به همراه تحلیل مطالب آن در مقاله‌ای با عنوان «صبح کاذب از دیدگاه دانشمند طوس و مقایسه این دیدگاه با دستاوردهای نجوم امروزی»، حمیدرضا گیاهی یزدی، در فرهنگ (ویژه بزرگداشت خواجه نصیرالدین طوسی)، زمستان ۸۱ و بهار ۸۲، منتشر شد. به علاوه مرحوم مدرس رضوی در *احوال و آثار نصیرالدین* (تهران، ۱۳۵۴ش) از این رساله یاد کرده است و نام آن در فهرست نسخه‌های خطی کتابخانه‌های مطهری، ملک و مجلس آمده است. نکته دیگر این که آقای علیزاده (ص ۸۸) چنین القا کرده که وی نخستین بار به ارتباط میان نور منطقه البروجی و صبح کاذب پی برده است؛ در حالی که پژوهشگرانی مانند ردهاوس، ویدمان، کینگ و ... دهه‌ها پیش از وی، از این موضوع آگاه بوده‌اند (← منابع پایان مقاله حاضر؛ مؤلف).

منطقه البروجی می‌نامد؛ زیرا در راستای دایره البروج امتداد می‌یابد. بیشتر منجمان دوره اسلامی منشأ این پدیده را همانند صبح صادق، بازتاب نور خورشید در جو زمین پنداشته‌اند. البته برخی از آنان، بنا بر شواهد به دست آمده از رصدایشان دریافته بودند که منشأ صبح کاذب نمی‌تواند پراکندگی نور خورشید در جو زمین باشد؛ اما نتوانسته بودند نظریه علمی جدیدی را برای تبیین منشأ واقعی آن جایگزین نظریه‌های موجود کنند. در این توصیف مقدماتی، نظریه‌های گوناگون درباره منشأ و ویژگی‌های ظاهری صبح کاذب، از بین متون چاپ شده و چاپ نشده نجوم دوره اسلامی، انتخاب و عرضه شده است.

**کلید واژه‌ها:** صبح کاذب، صبح صادق، نور منطقه البروجی، بین الطلوعین نجومی

#### مقدمه

در اسلام برخی از احکام عبادی به پدیده‌های نجومی بستگی دارد؛ برای مثال اوقات نمازهای پنج‌گانه از روی مکان خورشید در آسمان تعیین می‌شود. منجمان دوره اسلامی معیارهای معینی برای تعیین اوقات شرعی به کار می‌بردند. اول وقت نماز صبح، نخستین رؤیت بین الطلوعین نجومی است که صبح صادق نامیده می‌شود. منجمان مسلمان مقادیر حدی متفاوتی برای انحطاط خورشید، هنگام ظهور صبح صادق، پیش از طلوع خورشید، و نیز هنگام ناپدید شدن بین الطلوعین نجومی، پس از غروب آفتاب در نظر داشته‌اند؛<sup>۱</sup> اما مقدار ۱۸° تاکنون بیشترین کاربرد را داشته است.<sup>۲</sup>

از لحاظ رصدی، صبح صادق در راستای افق گسترش می‌یابد و پس از آن خورشید طلوع می‌کند. برخی از راصدان مسلمان از هاله‌ای کم‌نور و سحابی‌مانند به شکلی کشیده خبر داده‌اند که پیش از صبح صادق رؤیت‌پذیر است. این پدیده در عربی الصبح الکاذب یا الفجر الکاذب، و در فارسی صبح دروغین نامیده می‌شود، زیرا این نور سحابی‌مانند را تاریکی آسمان از افق شرقی متمایز می‌کند (← ادامه مقاله، شرح). صبح کاذب در عربی ذنب السرحان (دم گرگ) - به علت شباهت شکل کشیده‌اش به دم

۱. برای مقادیر گوناگون ارائه شده توسط منجمان دوره اسلامی ← King, pp. 366-367

۲. برای اطلاعات بیشتر در این مورد در منابع قدیمی ← بیرونی، القانون، ص ۹۴۹ و ۹۵۰؛ طوسی، معینیه،

ص ۷۷؛ و نیز ← Yallop and Hohenkerk, p. 492 به عنوان یک منبع جدید.

توصیف مقدماتی نظریه‌های صبح کاذب .../۱۵

گرگ- و در فارسی صبح نخست نیز نامیده می‌شود (← بیرونی، القانون، ص ۹۴۹؛ ردهاوس<sup>۱</sup>، «درباره پدیده‌ای طبیعی ...»<sup>۲</sup>، pp. 302-303).

امروزه دانشمندان معتقدند که صبح کاذب همان «نور منطقه البروجی»، پدیده‌ای مشهور در اخترشناسی جدید است (همو، «همسانی ...»<sup>۳</sup> pp. 313-320؛ ویدمان<sup>۴</sup>، p. 700؛ کینگ<sup>۵</sup>، p. 366). نور منطقه البروجی هاله کم‌نور مثلثی شکلی است در بالای افق که [امتداد آن در زیر افق] خورشید را به صورت عدسی شکل دربرمی‌گیرد. این پدیده به علت امتداد در راستای دایره البروج و قرار داشتن در کمربند منطقه البروجی، نور منطقه البروجی خوانده می‌شود. در غرب نخستین بار کپلر<sup>۶</sup> (۱۵۷۱-۱۶۳۰م) این پدیده را رصد کرد و آن را جو خورشید دانست؛ اما نخستین توصیف دقیق این پدیده را کاسینی<sup>۷</sup> (۱۶۲۵-۱۷۱۲م) ارائه نمود و آن را نور منطقه البروجی نامید که امروزه نیز به همین نام خوانده می‌شود. منشأ نور منطقه البروجی ذرات غبار کوچک و بی‌شمار پراکنده در منظومه شمسی هستند که اغلب از دنباله‌دارها و سیارک‌ها جدا می‌شوند. این ذرات در مدارهای جداگانه به دور خورشید می‌گردند و با بازتابانیدن نور خورشید، نور منطقه البروجی را ایجاد می‌کنند (ادبرگ<sup>۸</sup> و لوی<sup>۹</sup>، p. 153). از آنجا که تراکم این ذرات در نزدیکی صفحه مداری زمین (دایره البروج) بیشتر است، به نظر می‌رسد نور منطقه البروجی در امتداد دایره البروج کشیدگی دارد<sup>۱۰</sup>. از سوی دیگر تراکم ذرات با فاصله گرفتن از

1. Redhouse
2. "On the natural phenomenon ..."
3. "Identification of the ..."
4. Wiedemann
5. King
6. Kepler
7. Cassini
8. Edberg
9. Levy

۱۰. البته نور منطقه البروجی دقیقاً در امتداد دایره البروج نیست و  $1/7^\circ$  با آن زاویه دارد (← ادبرگ و لوی،

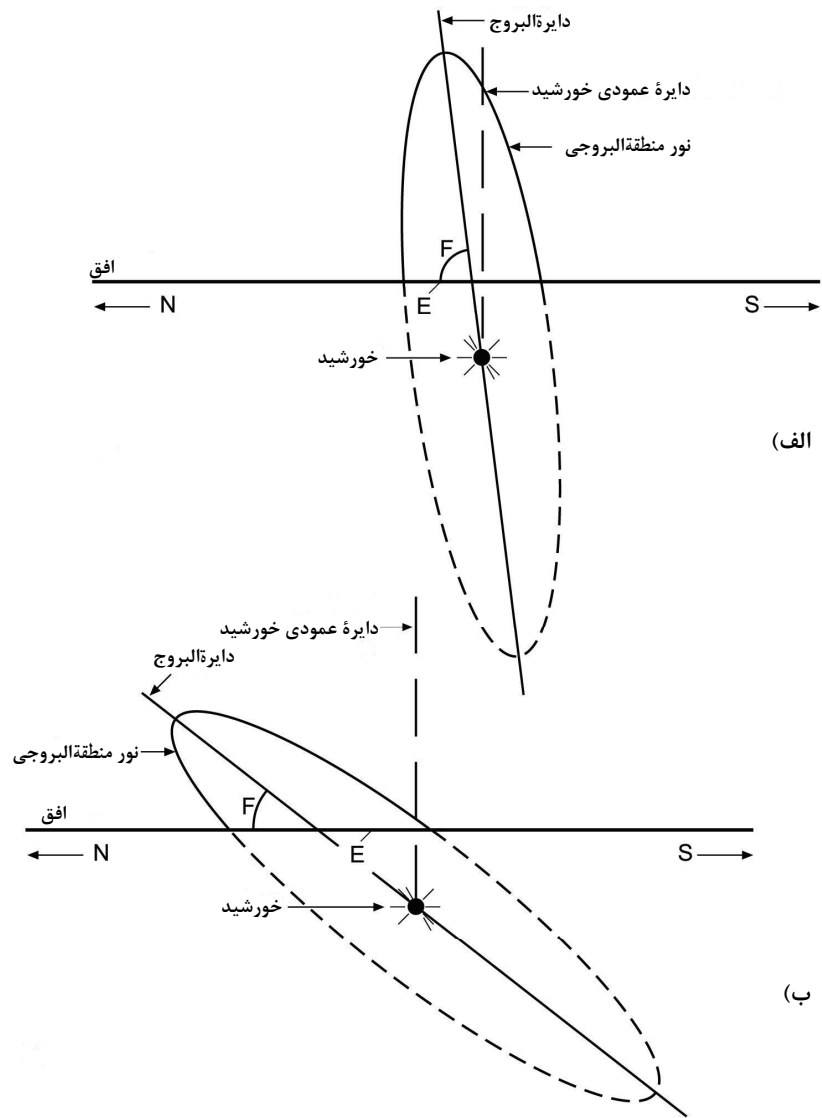
خورشید، کاهش می‌یابد. بنابراین نور منطقه البروجی در دو سوی خورشید شکل مثلثی به خود می‌گیرد. به لحاظ نظری رؤیت نور منطقه البروجی در آسمان صبحگاهی و شامگاهی امکان‌پذیر است؛ اما میل دایره البروج نسبت به افق ناظر، نقشی مهم در رؤیت این پدیده ایفا می‌کند. در نیمکره شمالی بهترین محدوده زمانی برای مشاهده نور منطقه البروجی در آسمان صبحگاهی، ماه‌های مهر و آبان، و در آسمان شامگاهی، فروردین و اردیبهشت است. در این اوقات زاویه دایره البروج نسبت به افق نزدیک به قائم است و قسمت عمده‌ای از نور منطقه البروجی در بالای افق قرار می‌گیرد. به همین دلیل بدویان مرکز عربستان آن را عمودالصبح (ستون صبح) می‌نامند (← ویدمان، همان‌جا). با کاهش زاویه میل، نور منطقه البروجی، به افق نزدیک‌تر شده، تحت تأثیر جو به تدریج ضعیف و محو می‌شود (شکل ۱) (← می‌نل<sup>۱</sup>، pp. 91-100). نور منطقه البروجی در عرض‌های بالای شمالی یا جنوبی به ندرت رؤیت‌پذیر است (← ردهاوس، همان‌جا). این پدیده از نزدیکی افق تا ارتفاع‌های بین ۴۰°-۶۰° در آسمان تاریک، تحت شرایط مناسب رصدی قابل رؤیت است. رصدها نشان می‌دهد که نور منطقه البروجی به هاله‌ای بسیار کم‌نور (نوار منطقه البروجی) منتهی می‌شود که از دو سو مثلث کشیده نور منطقه البروجی را به نور گگن‌شاین<sup>۲</sup> وصل می‌کند. نور اخیر را ذرات میان‌سیاره‌ای که نور خورشید را به سمت زمین می‌پراکنند، به وجود می‌آورند. رصد گگن‌شاین حتی برای فردی که چشمانش به تاریکی عادت کرده و آن را در آسمانی بسیار تاریک جستجو می‌کند، کاری بسیار دشوار است.

### توصیف‌های منجمان دوره اسلامی از صبح کاذب

منجمان دوره اسلامی متن‌های کوتاهی به تبیین پدیده صبح کاذب اختصاص داده‌اند. اغلب آن‌ها منشأ صبح کاذب را به وسیله سایه مخروطی زمین در فضا و رصد

1. Meinel  
2. gegenschein

توصیف مقدماتی نظریه‌های صبح کاذب ... ۱۷/



شکل ۱: وضعیت نور منطقه البروجی در آسمان صبحگاهی پیش از آغاز بین الطلوعین نجومی در

عرض‌های میانی نیم‌کره شمالی

(الف) اواخر آبان (وقت مناسب)، (ب) اواخر اردیبهشت (وقت نامناسب)

(برگرفته از: می‌نل، ۹۴، p. 94)

بازتاب نور خورشید در جوّ توضیح داده‌اند. ابن هیثم ( ۳۴۵ - ۴۳۰ ق / ۹۵۶ - ۱۰۴۰ م ) و بیرونی ( ۳۶۲ - ۴۴۰ ق / ۹۷۳ - ۱۰۴۸ م ) از جمله کسانی بودند که صبح کاذب را به کمک این نظریه به ترتیب در *المناظر و القانون المسعودی* تبیین کردند ( ← ابن هیثم، ص ۹۲-۹۱؛ بیرونی، ص ۹۴۹-۹۴۸؛ این متون در پیوست مقاله آمده است). بیرونی در *التفهیم* نیز بحث صبح کاذب را با تفاوتی جزئی نسبت به *القانون* مطرح می‌کند (p. 52).<sup>۱</sup> اخترشناس و ریاضی‌دان نامدار ایرانی، خواجه نصیرالدین طوسی (۵۹۷-۶۷۲ ق/ ۱۲۰۱-۱۲۷۴ م) رساله‌ای کوتاه درباره منشأ صبح کاذب، به زبان فارسی نگاشت تحت عنوان *رساله در بیان صبح کاذب* که نسخه‌های متعددی از آن موجود است ( ← منزوی، ص ۲۹۸۳). طوسی در این رساله، صبح کاذب را به شیوه‌ای مشابه ابن‌هیثم و بیرونی ولی پیچیده‌تر از او مورد بحث قرار می‌دهد. طوسی همچنین به روشی مشابه، به اختصار در *رساله معینیه* (تاریخ تألیف: ۶۳۲ ق؛ ص ۷۶-۷۷) و نیز *التذکره* (تاریخ تألیف: ۶۵۹ ق؛ pp. 295-297) به صبح کاذب می‌پردازد.

در این جا ترجمه فارسی متون ابن‌هیثم و بیرونی و اصل متن فارسی خواجه‌نصیر آورده می‌شود. اضافات نگارنده در بین علامت < >، و توضیحات در بین دو پرانتز قرار دارد. در برخی موارد جملات بلند به جملات کوتاه‌تر تقسیم شده‌اند.

#### ابن هیثم، *المناظر*:

علت ظاهر نشدن نور خورشید در هوا در بقیه شب، دوری هوای نورانی مقابل خورشید از سطح زمین (یعنی افق ناظر)، و کمی شدت نوری است که از نور این هوای نورانی ساطع می‌شود، و نیز کم بودن توان آن برای رسیدن به وسط <سایه مخروطی> زمین. و دلیل پدیدار شدن نور در هوا، هنگام فجر (سپیده صبح) و ابتدای شب، و نورافشانی آن بر سطح زمین در صبح و غروب، نزدیکی هوای نورانی مقابل خورشید به چشم و نزدیکی کناره سایه <زمین> به سطح

۱. متن *التفهیم* جملاتی نیز در مورد عقاید هندیان در مورد شفق و فلق (نه صبح کاذب) در بردارد که شبیه مطالب *ماللهند* است ( ← *ماللهند*، p. 487).

زمین <افق ناظر> در این اوقات است. و به این دلیل، یعنی نزدیکی است که فجر در اولین لحظات پدیداریش، باریک و کشیده است؛ خطی مستقیم و ممتد در سطح مخروط سایه که آن زمان از نزدیک‌ترین نقاط محیط قاعده سایه نسبت به چشم، عبور می‌کند. زیرا چشم در این حالت در میان مخروط سایه نیست، بلکه نسبت به آن قسمت از محیط قاعده سایه که در جهت خورشید است، مایل است؛ پس نقطه‌ای که به سوی خورشید است و در سمت قطری از قاعده سایه قرار دارد که از موضع چشم <ناظر> عبور می‌کند، نزدیک‌ترین نقطه در میان همه نقاط محیط قاعده مخروط نسبت به چشم <ناظر> است.

#### بیرونی، القانون المسعودی:

باب سیزدهم: درباره زمان طلوع فجر و ناپدید شدن شفق  
پرتوهای خورشید به همه هوای موجود در فضای خالی فلک به جز سایه مخروطی <زمین> می‌رسد. ولی اجسام شفاف نمی‌توانند تابناک شوند و همان‌طور که گفتیم فقط ماه و زمین به دلیل تراکمشان، و نیز ذرات جدا شده از زمین که اطراف آن جمع شده‌اند مانند ابر، یا پراکنده‌اند مثل گرد و غبار می‌توانند درخشنده باشند. قدرت تشخیص حس بینایی در تاریکی به ویژه از نوع متراکم آن، و دور از کناره‌های مخروط سایه بیشتر می‌شود. هنگامی که خورشید برای طلوع به افق نزدیک شود و انحراف مخروط سایه نسبت به ما افزایش پیدا کند، کناره‌های نورانی آن به ما نزدیک می‌شود و آن قسمتی که مجاور <افق ناظر بر سطح> زمین قرار می‌گیرد به واسطه واقع شدن گرد و غبار اطراف زمین در آن درخشنده‌تر می‌شود؛ بنابراین ما آن‌ها (یعنی گرد و غبارها) را به صورت توده‌ای یکپارچه می‌بینیم، زیرا قسمت‌های پایینی آن <گرد و غبارها> که به سمت ماست، نورانی است. و این همان فجر است که برسه نوع است: نخستین آن‌ها باریکه‌ای کشیده و عمودی است که به صبح کاذب شهرت دارد و «دم گرگ» خوانده می‌شود و مشمول هیچ‌یک از احکام شرع و آداب و

رسوم نمی‌شود. نوع دوم در عرض افق به شکل نیم‌دایره گسترده می‌شود و به سبب آن عالم روشن می‌گردد و در نتیجه حیوانات «از کنامشان» و مردم «از خانه‌هایشان» طبق عادت بیرون می‌آیند و مقدمات لازم برای عبادت‌ها فراهم می‌گردد. نوع سوم سرخی‌ای است که در پی آن می‌آید و بر برآمدن خورشید پیشی می‌گیرد، و از لحاظ شرعی مثل مورد نخست است. و همچنین است شفق، زیرا سبب و نحوه روی دادن آن‌ها یکسان است. و نیز سه نوع دیگر با ترتیبی خلاف آن چه ذکر شد وجود دارد: سرخی بعد از غروب خورشید اولین نوع است، و سفیدی گسترده شده دومین نوع - اختلاف بین پیشوایان «مذهبی» در باب این که نام شفق به کدام یک اطلاق می‌شود، توجه به هر دو پدیده را با هم واجب می‌کند- و سومی شکلی کشیده، عمودی دارد و «از نظر مکانی» مقابل «دم گرگ» است و مردم به آن توجه نمی‌کنند، زیرا زمان «پدیدار شدن» آن، وقت پایان یافتن کارهای مردم و برگشتن آن‌ها به خانه‌هایشان است؛ اما هنگام صبح مردم به واسطه پایان استراحت برای شروع کارها آماده می‌شوند و برای سرزدن روز انتظار می‌کشند تا «از خانه» بیرون بیایند، به همین دلیل این یکی نظرشان را جلب می‌کند و آن دیگری از دیدشان پنهان می‌ماند. و به دلیل نیاز به دانستن زمان فجر و شفق، اهل این فن، امر آن را مورد دقت قرار دادند و از قوانین مربوط به وقت آن دریافتند که هرگاه «زاویه» انحطاط خورشید در زیر افق ۱۸ درجه باشد، هنگام طلوع فجر در مشرق و ناپدید شدن «شفق ناشی از» خورشید در مغرب است؛ ولی از آن جا که چیز ثابتی نیست و بلکه آغاز آن مقادیر مختلف دارد، این قانون مورد اختلاف است و برخی آن را ۱۷° در نظر گرفته‌اند.

#### طوسی، رساله در بیان صبح کاذب<sup>۱</sup>:

متن این رساله بر اساس سه نسخه تصحیح شده که مشخصات آن‌ها بدین شرح

۱. مج: + این رساله‌ایست که سلطان المحققین نصیر الله و الدین محمد الطوسی در بیان صبح کاذب انشاء فرموده‌اند.



توصیف مقدماتی نظریه‌های صبح کاذب .../۲۱

است: نسخه ۵/۵۱۸۰ کتابخانه مجلس (نسخه اساس)؛ نسخه ۳۹۲۷/۸ مجلس (مج)، استنساخ شده در قرن یازدهم قمری؛ و نسخه ۲۹۱۱/۱۶ کتابخانه مطهری (سپهسالار سابق) (مط)، استنساخ شده در ۱۰۹۲ ق. برای سهولت در خواندن، متن نشانه‌گذاری شده و رسم‌الخط فارسی امروز رعایت گردیده است.

صبح کاذب نوری مستطیل است که در ناحیت مشرق «آسمان» به<sup>۱</sup> آخر شب ظاهر شود، ممتد از نزدیکی کناره افق تا نزدیکی وسط‌السماء. و آن نور را قاعده نبود، بلکه هوایی که زیر او به افق نزدیکتر «است» تاریک<sup>۲</sup> باشد. و از این جهت او را به کذب نسبت کنند. و محتاج بیان<sup>۳</sup> در این باب «علت» ظلمت هوای تحتانی است که مماس مطلع آفتاب در وقت استنارت هوای فوقانی «است». و ذکر وجه<sup>۴</sup> استتالت «چنین است»: پس گوییم در علم ریاضی مبرهن است که جرم آفتاب از کره زمین بزرگتر است. و سایه زمین که سبب حدوث شب است بر صورت مخروطی «است» که قاعده او دایره بود و «مخروط در» نقطه «راس» منقضی شود بر این صورت. و چندان که آفتاب حرکت می‌کند پس در نیمه شب، مخروط «سایه» بر سطح افق قائم بود بر صورت گذشته و از همه جوانب ظلمات متراکم «شود». پس شعاع آفتاب را که از جوانب زمین مستعلی شده باشد<sup>۵</sup>، احساس نتوان کرد. و بعد از آن به آخر شب مخروط به ناحیت مغرب گراید بدین صورت و از سبب انحراف مخروط، شعاع آفتاب در موضع مذکور ظاهر گردد؛ چه آن موضع از وسط‌السماء و از افق به مقام ناظر نزدیکتر باشد. پس، از جهت قلت مسافت، ظلمت رقیق‌تر بود؛ «پس روشنی» محسوس شود و «در حالی که» در هوای فوقانی و تحتانی محسوس نشود. بیان آن که در<sup>۶</sup> موضع

۱. مج: در

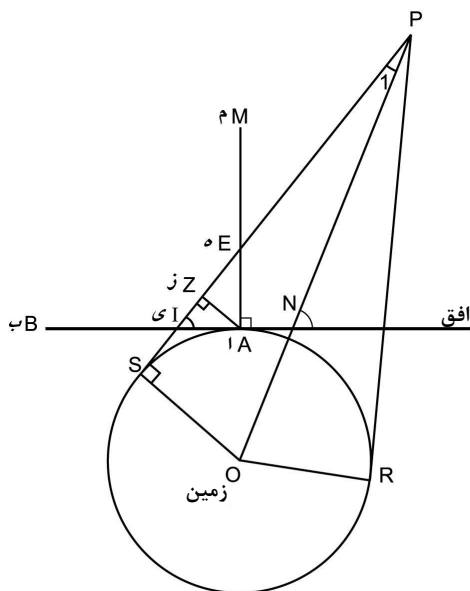
۲. مط: تاریکتر

۳. مط: بیان

۴. مط: وجه

۵. مط: بود

۶. مج و مط: از



شکل ۲

ناظر بر سمت شرق مماس «است در» سطح زمین فرض کنیم آن خط اب است (← شکل ۲). و خطی دیگر قائم بر او جهت وسط‌السماء فرض کنیم و آن خط ام است<sup>۱</sup>. پس لامحاله این دو خط به کنار<sup>۲</sup> مخروط رسند بر دو نقطه ی «و» ه و مثلث ای ه مثلث قائم الزاویه بود. بعد از آن بر نقطه ا عمود از فرض کنیم «و» گوئیم عمود از از خط اه «کوتاه» تر است. برهانش «چنین است»: خط از وتر زاویه اه ز است و خط اه وتر زاویه اه ز و زاویه اه ز خردتر از زاویه اه زه است که قائمه است. و در اصول اقلیدس مبرهن شده است که وتر «مقابل» زاویه خردتر کمتر از وتر «مقابل» زاویه بزرگتر است؛ پس خط از کمتر از خط اه بود و بدین بیان خط از کمتر از ای بود. پس از هر سه نزدیک‌تر به موضع<sup>۳</sup> ناظر موضع

۱. مط: - است

۲. مج: : کناره

۳. اساس: موضعی

نقطهٔ ز<sup>۱</sup> بود و بدین سبب تراکم<sup>۲</sup> ظلمت کمتر بود. پس اول شعاع در هوایی که در میان وسط‌السماء و افق شرقی بود، ظاهر شود و وسط‌السماء و افق مغربی هنوز ظلمانی بود و صورت برهان این است. پس معلوم شود<sup>۳</sup>، که از چه علت صبح کاذب بر این وجه ظاهر می‌شود و سبب استتالت نیز از آن جا معلوم شد<sup>۴</sup>، چه در عرض تراکم ظلمت زیادت شود. والله اعلم بالصواب.

### شرح

بیشتر منجمان دورهٔ اسلامی خاطرنشان کرده‌اند که صبح کاذب، هنگام صبح، پیش از پدیدار شدن بین‌الطلوعین نجومی دیده می‌شود، اما از رؤیت نور منطقه البروجی در هنگام غروب به ندرت یاد شده است. این مسأله می‌تواند گویای این واقعیت باشد که صبح کاذب اغلب پیش از نماز صبح توسط مؤذنان رؤیت می‌شد، در حالی که پایان بین‌الطلوعین نجومی در آسمان شامگاهی ارتباطی با اوقات نمازهای واجب روزانه ندارد (← ردهاوس، پیشین، pp. 304-305؛ بیرونی، *التفهیم*، همان جا). همان‌طور که بیرونی می‌گوید، مردم، هنگام صبح آمادهٔ شروع کارهایشان هستند و «دم‌گرگ» صبحگاهی مورد توجه آنان قرار می‌گیرد (← همین مقاله، ص ۲۲)<sup>۵</sup>. علاوه بر این، توجه به این نکته مهم است که به طور معمول صبح کاذب در آسمان صبحگاهی رؤیت‌پذیرتر و واضح‌تر از آسمان شامگاهی است، زیرا شفافیت آسمان صبحگاهی بیشتر از آسمان شامگاهی است. به عقیدهٔ طوسی به علت تاریک بودن بخش زیرین به آن کاذب گفته می‌شود. نور اجرام آسمانی در نزدیکی افق از ضخامت بیشتری از جو عبور می‌کند، و به این سبب اجرام کم‌نورتر به نظر می‌رسند (مانند وضعیت خورشید و ماه در هنگام طلوع یا غروب). به همین دلیل بخش زیرین صبح کاذب در نزدیکی افق برای ناظران قابل رؤیت نیست. بیرونی تبیین روشنی از منشأ صبح کاذب، در *القانون و التفهیم* ارائه

۱. در هر سه نسخه به جای ز به اشتباه نوشته شده زی؛ در حالی که منظور نقطهٔ ز است نه مجموع نقطه‌ها.

۲. مط: که

۳. مط: می‌شود

۴. مج: شود

۵. بیرونی فرصت‌های زیادی برای مشاهدهٔ صبح کاذب در غزنه یا هند داشته است.

نمی‌کند. البته متون به طور ضمنی نشان می‌دهد که او منشأ صبح کاذب را بازتاب نور خورشید از جو زمین می‌دانسته است (*التفهیم، همان‌جا؛ القانون، همان‌جا*). همان‌طور که در بالا ذکر شد، توصیف طوسی متضمن جزئیات بیشتری است و می‌توان آن را نمونه توسعه یافته‌تر این نظریه تلقی کرد. بنابراین نگارنده ترجیح می‌دهد توصیف طوسی را مورد تحلیل قرار دهد تا مشکلات ذاتی این نمونه را نشان دهد. طوسی منشأ صبح کاذب را به روشی هندسی توضیح می‌دهد. مخروط سایه - همان‌طور که در متن هم مورد تأکید قرار گرفته است - در نیمه‌شب عمود بر افق نیست (خود محور در حالت کلی متمایل به افق است). طوسی می‌گوید پس از نیمه‌شب به علت گردش (ظاهری) خورشید (به دور زمین)، سایه مخروطی زمین به سمت افق غربی ناظر متمایل می‌شود و صبح کاذب در مکانی بین سمت‌الرأس و افق شرقی پدیدار می‌گردد. اثبات وی چنین است: در شکل ۲ (با مقیاس غیرواقعی) موقعیت ناظر پس از نیمه‌شب با  $A$  مشخص شد، و  $PRS$  سایه مخروطی زمین را نشان می‌دهد. وترهای  $AE$  و  $AI$  در دو مثلث قائم‌الزاویه  $AEZ$  و  $AIZ$  نشان‌دهنده فاصله چشم ناظر از سمت‌الرأس ناظر و افق است. بنا به گفته طوسی طبق قضیه‌ای از *اصول اقلیدس*<sup>۱</sup> (کتاب اول، قضیه‌های ۱۸ و ۱۹، pp. 283-284)  $AZ$  از  $AE$  و  $AI$  کوتاه‌تر است. بنابراین در نقطه  $Z$  فاصله چشم ناظر تا لبه مخروط سایه کوتاه‌ترین است و بیشترین نور را از خارج مخروط سایه دریافت می‌کند. به کمک این اثبات او نتیجه می‌گیرد که صبح کاذب ابتدا در  $Z$  پدیدار می‌شود. مقایسه روش طوسی با بحث‌های جدید رصد نور منطقه البروجی با چشم غیرمسلح، جالب به نظر می‌رسد. اولین ناهمخوانی در نظریه طوسی اشاره نکردن او به کشیدگی صبح کاذب در راستای دایره البروج و تغییرات رصدی سالیانه آن است.

نگارنده تنها یک مورد اشاره به این پدیده در متون نجوم دوره اسلامی یافته است (← ادامه مقاله). همان‌طور که در بالا گفته شد، تغییر زاویه میل دایره البروج نسبت به افق ناظر بر رصد نور منطقه البروجی در فصل‌های مختلف تأثیر می‌گذارد (← شکل ۱).

---

1. Euclid

زاویه دایرة البروج نسبت به افق از رابطه زیر محاسبه می‌شود (میوس<sup>۱</sup>، p. 92):

$$\cos F = \cos \varepsilon \sin \varphi - \sin \varepsilon \cos \varphi \sin \theta \quad (1)$$

که در آن  $F$  زاویه دایرة البروج،  $\varepsilon$  زاویه تمایل محور زمین (که تقریباً  $23/5^\circ$  فرض می‌شود)،  $\varphi$  اندازه عرض جغرافیایی ناظر و  $\theta$  زمان نجومی محلی (برای مراغه) است. رصدخانه طوسی در مراغه (شهری در شمال غربی ایران با  $37^\circ; 24'$ ؛  $\varphi = 37^\circ$ ) بود<sup>۲</sup>. برای محاسبه گستره تغییرات سالانه زاویه دایرة البروج، ابتدا باید مشتق رابطه (۱) نسبت به  $\theta$  محاسبه شود. با جایگزین کردن مقادیر  $\varepsilon$  و  $\varphi$  خواهیم داشت:

$$\frac{dF}{d\theta} = -\sin \varepsilon \cos \varphi \cos \theta = -0/316 \cos \theta \quad (2)$$

نقاط انتهایی برای  $\theta$  از برابر صفر قرار دادن رابطه (۲) به دست می‌آید:

$$-0/316 \cos \theta = 0 \Rightarrow \theta = 90^\circ, \theta = 270^\circ$$

با قرار دادن دو مقدار به دست آمده  $\theta$  در معادله (۱)، خواهیم داشت:

$$29/2^\circ \leq F \leq 76/1^\circ$$

بدیهی است که این تغییرات، تأثیر قابل توجهی بر رصد نور منطقه البروجی دارد. بنابراین در اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد - که دایرة البروج پیش از سپیده صبح، بیشترین زاویه را نسبت به افق دارد - نور منطقه البروجی با چشم غیر مسلح قابل مشاهده نیست، به ویژه در مکان‌هایی مانند مراغه که در عرض‌های میانی واقعند.

دومین نکته مورد اشاره طوسی آن است که صبح کاذب ابتدا در نقطه  $Z$  پدیدار می‌شود، بدون آن که اطلاعات بیشتری در مورد ارتفاع نقطه  $Z$  بدهد. با استفاده از روابط مثلثاتی می‌توان ارتفاع  $Z$  را محاسبه کرد. برای این کار ابتدا باید اندازه زاویه  $A$  در مثلث  $AZI$  محاسبه شود. طوسی اطلاعات دقیقی در مورد زمان پدیدار شدن صبح کاذب به دست نمی‌دهد؛ و تنها به گفتن این که صبح کاذب در آخر شب پدیدار می‌شود، اکتفا می‌کند. منطقی است که آن را پیش از آغاز صبح صادق رؤیت پذیر بدانیم. در شکل ۲

1. Meeus

۲. به سادگی می‌توان نشان داد که تفاوت نتایج محاسبات برای عرض‌های جغرافیایی نزدیک مراغه، ناچیز است.

زاویه خارجی  $N$  از مثلث  $NPI$  برابر است با زاویه انحطاط خورشید در زمان مورد نظر ما، یعنی  $۱۸^\circ$  یا  $۱۹^\circ$ . زاویه  $P_1$  را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$\sin P_1 = \frac{OS}{OP}$$

بطلمیوس در مجسطی برای نسبت  $\frac{OS}{OP}$ ، مقدار  $۰/۰۰۳۷ = \frac{۱}{۲۶۸}$  را ارائه می‌کند

(p. 257).

منجمان دوره اسلامی از طریق این اثر بطلمیوس با این مشخصه آشنایی داشتند. آن‌ها همچنین مقدار دقیق‌تر  $۰/۰۰۳۹$  را برای نسبت مذکور به دست آورده بودند (← کاشانی، ص ۱۹-۲۱)، اگرچه تفاوت ناچیز است. بدین ترتیب  $P_1 = ۰/۲۱^\circ$ . در مثلث  $NPI$ ، زاویه خارجی  $N$  برابر است با  $P_1 + I$ ؛ از آن‌جا که مقدار  $P_1$  در برابر  $I$  قابل صرف نظر است، می‌توان فرض کرد  $N \sim I$ ، در مثلث  $AZI$  داریم:

$$A = ۱۸۰^\circ - Z - I = ۱۸۰^\circ - ۹۰^\circ - ۱۹^\circ = ۷۱^\circ$$

بنابراین در نظریه طوسی، هنگامی که زاویه انحطاط خورشید به  $۱۹^\circ$  می‌رسد، ارتفاع  $Z$ ،  $۷۱^\circ$  است. بنا بر مدل طوسی، صبح کاذب باید ابتدا در  $Z$  مشاهده شود، و در نتیجه این نقطه باید درخشان‌ترین بخش صبح کاذب باشد. از آن‌جا که رصدها با چشم غیر مسلح نشان می‌دهد که معمولاً هیچ بخشی از نور منطقه البروجی در این ارتفاع قابل رؤیت نیست، می‌توان نتیجه گرفت که مدل خواجه نصیر با رصدهای واقعی همخوانی ندارد<sup>۱</sup>.

#### توصیف‌های دیگر منجمان مسلمان

فخر رازی (۵۴۳-۶۰۶ ق / ۱۱۴۸-۱۲۰۹ م) در *التفسیر الکبیر* خویش به روشی جالب و ساده با چهار اثبات، اعتبار نظریه پیشین را -که ابن هیثم مطرح کرده بود- رد می‌کند. از این چهار اثبات، دو مورد، ناظر به وجوه نجومی و طبیعی پدیده، و دو مورد دیگر ناظر

۱. برای بیشترین ارتفاعی که در آن نور منطقه البروجی قابل مشاهده است ← ادبرگ و لوی، p. 155.

به وجه فلسفی آن است<sup>۱</sup>. اولین اثبات این است که اگر منشأ صبح کاذب (همانند صبح صادق) از قرص خورشید باشد، باید به صورتی پراکنده در تمام افق پدیدار شود نه به صورت نوری کشیده. رازی در بخشی از دومین اثبات می‌گوید: نور صبح کاذب نمی‌تواند ناشی از انعکاس نور خورشید به وسیله ذرات غبار یا بخار پراکنده در جو زمین باشد؛ زیرا رصدها نشان می‌دهد هرچه ذرات افزایش می‌یابد، نور صبح کاذب ضعیف‌تر می‌شود. در پایان رازی نتیجه می‌گیرد که صبح کاذب را خداوند از هیچ خلق کرده است<sup>۲</sup>.

### فخر رازی، التفسیر الکبیر:

صبح اول، کشیده است مانند دم گرگ، به دنبال آن تاریکی مطلق می‌آید، سپس صبح «دیگری» در تمام افق پراکنده می‌شود. بنابراین می‌گوییم: و اما صبح اول، «نور» کشیده‌ای است که در پی آن تاریکی مطلق پدید می‌آید؛ پس، از محکم‌ترین دلایل قدرت و حکمت خداوند است، و از همین روست که می‌گوییم: آن نور است «و از چیزی ناشی نمی‌شود» اما اگر گفته شود: آن «نور» از تأثیر «نور» قرص خورشید «در جو» پدید می‌آید یا بدین صورت «که گفته شد» نیست، «من می‌گوییم» «که فرض» اول باطل است:

اگر صبح اول حاصل تأثیر قرص خورشید بود، نمی‌توانست شکلی باریک و کشیده داشته باشد، بلکه باید سرتاسر افق را فرامی‌گرفت و هر لحظه بیشتر و کامل‌تر می‌شد، ولی بدین صورت نیست بلکه می‌دانیم صبح اول به شکل نخ سفید رو به بالا ظاهر می‌شود - چنان‌که عرب آن را به «دم گرگ» تشبیه کرد- سپس تاریکی مطلق در پی آن می‌آید و سپس صبح مستطیر پدیدار می‌شود. بنابراین دانستیم که صبح کشیده در اثر قرص خورشید ایجاد نمی‌شود و از

۱. بر خود لازم می‌دانم از آقای دکتر چاوشی به خاطر آگاه کردن نگارنده از اثر فخر رازی سپاس‌گزاری کنم.  
۲. فخر رازی در التفسیر الکبیر این نظر را در تفسیر آیه ۹۶ سوره انعام مطرح می‌کند ( ص ۹۴-۹۸). برای آگاهی از دیدگاه‌های علمی و فلسفی فخر رازی ← معصومی، ص ۶۵۲-۶۵۸. علاوه بر این فخر رازی عقاید منجمان را در بسیاری از بخش‌های دیگر التفسیر الکبیر مورد انتقاد قرار می‌دهد (به عنوان مثال در مورد فاصله ستارگان ← نلینو، ص ۲۵۷).

جنس نور آن نیست.

اگر گفته شود: چرا نمی‌توان گفت که خورشید هنگامی که زیر افق است، موجب روشنی هوای (جو) مقابلش می‌شود، و آن هوا در برابر هوای موجود در بالای سطح زمین قرار دارد، پس به ناگزیر آن نور از هوایی به هوای دیگر پیوسته به خود سرایت می‌کند تا به هوای اطراف ما می‌رسد. این وجهی است که ابوعلی بن هیثم در شرح این معنا در کتاب مفصلش به نام المناظر، بدان استناد می‌کند.

جواب: این توجیه به دو دلیل نادرست است:

اول - هوا ماده شفاف و بی‌رنگی است و چنین چیزی نور و رنگ را در ذات و جوهر خود نمی‌پذیرد و همه فلاسفه بر این امر متفق هستند و به این احتجاج می‌کنند که اگر نور بر سطح آن قرار گیرد، دید نیز بر سطح آن متوقف می‌ماند. در این صورت دید به ماورای آن نفوذ نمی‌کند، و رؤیت آن مانع رؤیت ماورای آن می‌شود، در حالی که چنین نیست. دانستیم که هوا، نور و رنگ را در ذات و جوهر خود نمی‌پذیرد و هر آن چه که چنین باشد، نور نمی‌تواند از آن به سوی غیر از آن منعکس شود. پس نورانی شدن آن به سبب نور هوای دیگری که مقابلش قرار دارد، امکان‌پذیر نیست. پس اگر گفته شود چرا نمی‌توان گفت که در افق ذرات متراکم بخار و دود وجود دارد و آن‌ها به علت تراکم، نور را از قرص خورشید می‌پذیرند، بنابراین دریافت نور توسط این ذرات، سبب دریافت نور از هوای مقابل آن می‌شود، می‌گوییم اگر دلیل آن باشد که شما گفتید، هرگاه بخارها و دودها در افق بیشتر شود، باید نور صبح <اول> قوی‌تر شود، در حالی که چنین نیست، بلکه برعکس است؛ پس این توجیه هم نادرست است.

همچنین متن مهم دیگری درباره صبح کاذب در تنقیح المناظر، اثر کمال‌الدین فارسی (۶۴۵-۶۹۸ ق / ۱۲۶۶-۱۳۱۹ م) ریاضی‌دان و فیزیک‌دان مشهور ایرانی وجود دارد. وی شاگرد قطب‌الدین شیرازی (۶۳۴-۷۱۰ ق / ۱۲۳۷-۱۳۱۱ م)، همکار طوسی در رصدخانه مراغه، بود. شیرازی، فارسی را تشویق کرد تا در اثری، کتاب المناظر ابن‌هیثم را مورد بازنگری قرار دهد (← فارسی، ص ۶-۷). در بسیاری از موارد، فارسی در این اثر که



توصیف مقدماتی نظریه‌های صبح کاذب .../۲۹

تنقیح المناظر نام دارد، توضیحات بیشتری به منظور رفع اشکالات المناظر یا نقد نظرات ابن هیثم عرضه می‌کند. گرچه فارسی تبیین روشنی از منشأ صبح کاذب به دست نمی‌دهد؛ اما به طرز جالب توجهی به تأثیر تغییرات زاویه دایرة البروج نسبت به افق ناظر بر شرایط رصدی صبح کاذب اشاره می‌کند (ص ۲۶-۲۵).

#### کمال‌الدین فارسی، تنقیح المناظر:

ما درمی‌یابیم که نور صبح در پایان شب آغاز می‌شود و بخشی از آن باقی می‌ماند و سپس از مشرق به طرف وسط آسمان مانند ستونی راست امتداد می‌یابد. درباره قول او (یعنی ابن هیثم) مبنی بر عمود بودن آن ...، می‌گوییم که همواره چنین نیست؛ زیرا تنها زمانی چنین می‌شود که هنگام پدیدار شدن آن، دایرة البروج بر افق عمود باشد. زمانی که «تیر» صبح نخستین در سطح آن است. و در غیر این صورت «صبح اول» قابل مشاهده نیست.

برای مثال در افق‌هایی که «عرض آن‌ها» به شمال میل می‌کند «یعنی» جایی که مثل مناطق ما عرض از  $20^{\circ}$  تجاوز می‌کند، اگر خورشید در اواخر حمل و اوایل ثور باشد، این را می‌توان آشکارا مشاهده کرد. در این حالت هنگام پدیدار شدن صبح اول دو نقطه اعتدالین بر افق یا نزدیک به آن، و نقطه انقلاب زمستانی بر نصف‌النهار یا نزدیک به آن قرار دارند. بنابراین دایرة البروج بیشترین انحراف را نسبت به افق دارد، در نتیجه تیر نورانی (یعنی صبح کاذب) نیز بیشترین انحراف را «نسبت به افق» خواهد داشت. اگر این اصلاح «فرض» شود مقصود وی (ابن هیثم) خدشه‌دار نمی‌شود، ولی چنانچه فرض شود که «صبح اول» به خودی خود مانند ستون است، اصلاحی صورت نمی‌گیرد (یعنی این باور نادرست است).

مؤیدالدین عرضی (د. ۶۶۴ ق/ ۱۲۶۶ م)، همکار طوسی در رصدخانه مراغه، در اثرش تحت عنوان کتاب الهیئة می‌پذیرد که صبح کاذب از بازتاب نور خورشید در جو پدید می‌آید. او اضافه می‌کند که تبیین صحیح این است که صبح کاذب در واقع مرئی و

حقیقی است اما با غلبه نور صبح صادق محو می‌شود. او همچنین ناپدید شدن صبح کاذب را با ناپدید شدن ستارگان در برابر نور خورشید مقایسه می‌کند (ص ۳۲۹). قطب‌الدین شیرازی در *نهایه الادراک* نیز بحث مشابهی مطرح می‌کند. وی همچنین از مردمی نقل می‌کند که فکر می‌کنند دلیل کشیده بودن شکل فجر اول و شفق آخر، انعکاس نور خورشید از سطح دریاهاست (باب ۹، مقاله ۳). نقل قول‌های عرضی و شیرازی نشان‌دهنده وجود عقیده نادرست ناپدید شدن صبح کاذب پیش از آغاز صبح صادق است.

### نتیجه‌گیری

از آن‌جا که صبح کاذب دقیقاً پیش از صبح صادق یا پس از بین‌الطلوعین نجومی پدیدار می‌شود، بیشتر منجمان دوره اسلامی (از جمله طوسی) آن را اساساً با صبح صادق مرتبط دانسته‌اند و اغلب آن‌ها به تبیین این پدیده به کمک روش‌های هندسی بر مبنای بازتاب نور خورشید در جو پرداخته‌اند. همان‌طور که نشان داده شد، امکان رد این نظریه تا حدی عجیب به کمک رصدهایی با چشم غیرمسلح (به ویژه، در مورد تغییرات فصلی صبح کاذب) وجود دارد. همچنین به رغم اهمیت تاریخی برخی دلایل رصدی که فخر رازی و عرضی بر ضد این نظریه عرضه کردند، و نیز درک غیرجوی بودن منشأ صبح کاذب، هیچ یک از این موارد توجه منجمان مسلمان را به خود جلب نکرد. البته متون بسیاری از دوره اسلامی به جای مانده که به طور مستقیم یا غیرمستقیم (یعنی با عناوین مذهبی) به صبح کاذب می‌پردازد و هنوز بررسی نشده‌اند. بنابراین هنوز برای طرح نتیجه‌گیری بسیار زود است. هرچند شواهد نشان می‌دهد که احتمالاً نامرتبط بودن صبح کاذب با نمازهای واجب و ارتباط ظاهری آن با صبح صادق به منجمان مسلمان انگیزه لازم را جهت بررسی دقیق پدیده صبح کاذب نداده است. ناکامی فخر رازی در کسب مقبولیت نظراتش میان منجمان را نیز می‌توان با منجم نبودن وی و ورودش به مباحث نامربوط (یعنی وجوه فلسفی و مذهبی) توجیه کرد. وی

توصیف مقدماتی نظریه‌های صبح کاذب .../۳۱

نظریه مذکور در بالا را رد کرد ولی نظریه‌ای جدید برای تبیین منشأ صبح کاذب عرضه نکرد.

#### منابع

ابن هیثم، کتاب المناظر، مقالات ۱-۳ فی الابصار علی الاستقامة، تحقیق عبدالحمید صبره، کویت، ۱۹۸۲م.

بیرونی، ابوریحان، القانون المسعودی، ج ۲، حیدرآباد دکن، ۱۹۵۵م.

رازی، فخرالدین حسین، التفسیر الکبیر أو مفاتیح الغیب، ج ۷، بیروت، ۱۴۲۱ق.

طوسی، نصیرالدین، رساله معینیه، با مقدمه محمدتقی دانش‌پژوه، تهران، ۱۳۳۵ش.

غرضی، مؤیدالدین، کتاب الهیة، تصحیح و مقدمه از جرج صلیبا، بیروت، ۱۹۹۰م.

فارسی، کمال‌الدین، تنقیح المناظر لذوی الابصار و البصائر، ج ۱، حیدرآباد دکن، ۱۳۴۷ق.

کاشانی، غیاث‌الدین جمشید، سلم‌السماء، چاپ سنگی، تهران، ۱۲۹۹ق.

معصومی همدانی، حسین، «فخر رازی و ابن هیثم»، خرد جاویدان، جشن‌نامه جلال‌الدین آشتیانی، به

کوشش علی اصغر محمدخانی و حسن سید عرب، تهران، ۱۳۷۷ش.

منزوی، احمد، فهرستواره کتاب‌های فارسی، ج ۴، تهران، ۱۳۷۸ش.

نلینو، کرلو، علم الفلك، تاریخه عندالعرب فی القرون الوسطی، روم، ۱۹۱۱م.

Al-Bīrūnī, *Kitāb al-taḥfīm li-awā'il šinā'at al-tanjīm* (The book of instruction in the elements of the art of astrology), translated by R. Ramsay Wright, London, 1934.

Idem, *AlBeruni's India, (Fī taḥqīq mā li-'l-Hind...)*, an English edition, with notes and indices by E. Sachau, vol. 1, repr. 1962.

Edberg, S. J.; Levy, D.H., *Observing comets, asteroids, meteors and zodiacal light*, Cambridge, 1994.

Euclid, *The thirteen books of Euclid's Elements*, vol. 1, translated with introduction and commentary by T. L. Heath, New York, 1956.

Jones, B., *An introduction to practical astronomy*, London, 1991.

King, D., "Ibn Yūnus' very useful tables for reckoning time by the sun", *Archive for history of exact science* 10, 1973.

Meeus, J., *Astronomical algorithms*, Richmond, 1991.

Meinel, A.B., *Sunset, twilight and evening skies*, Cambridge, 1983.

Ptolemy, C., *Almagest*, translated and annotated by G.J. Toomer, London, 1984.

Redhouse, J.W., "On the natural phenomenon known in the east by the names Subhi-kāzib, etc., etc.", *The Journal of the Royal Asiatic Society* (London) N.S.10, 1877, pp. 344-54; Idem, "Identification of the false dawn of the Muslims with

- the zodiacal light of Europeans”, *The Journal of the Royal Asiatic Society*, N.S. 12, 1880, pp. 327-34; both collected and reprinted by F., Sezgin, in *Islamic mathematics and astronomy*, vol. 70, pp. 302-20, Frankfurt, 1988.
- Al-Ṭūsī, Naṣīr al-Dīn, *al-Tadhkira fī ‘ilm al- hay’a*, 2 vols., introduction, edition, and translation by F.J. Ragep, New York, 1993.
- Wiedemann, E., “Über al Ṣubḥ al kâḍib (die falsche Dämmerung)”, *Der Islam* (Berlin) 3, 1912, p. 195, repr. in: Eilhard Wiedemann, *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte*, vol. 2, Frankfurt, 1984, p. 700.
- Yallop, B.D.; Hohenkerk, C.Y., “Astronomical phenomena”, *Explanatory supplement to the astronomical almanace*, edited by K. Seidelmann, Mill Valley, California, 1992.

پیوست:

#### ابن هیثم، کتاب المناظر

فالعلة التي من أجلها ليس يظهر الضوء في الهواء في سائر الليل، هو بعد الهواء المضىء المقابل للشمس عن وجه الأرض وضعفُ الضوء الذي يصدر عن الضوء الذي في هذا المضىء و قصور قوته عن الوصول إلى وسط الأرض. والعلة التي من أجلها يظهر الضوء في الهواء عند الفجر و في أول الليل و يشرق على وجه الأرض عند الصباح و عند العشاء هو قرب الهواء المضىء المقابل للشمس من البصر و قرب حاشية الظل في هذه الأوقات من وجه الأرض. و لهذه العلة، أعنى القرب، صار أول ما يظهر من الفجر مستدقاً مستطيلاً، لأن أقرب حواشي الظل من البصر في هذا الوقت هو خط واحد مستقيم. و هو الخط المستقيم الممتد في سطح مخروط الظل الذي يمر بأقرب النقط من محيط قاعدة الظل إلى البصر في ذلك الوقت. إذ البصر في هذه الحال ليس هو في وسط مخروط الظل بل هو مائل عن الوسط إلى الجهة من محيط قاعدة الظل تلي جهة الشمس، فالنقطة التي هي طرف قطر قاعدة الظل الذي يمر بموضع البصر في هذه الحال التي تلي جهة الشمس هي أقرب إلى البصر من جميع النقط التي على محيط قاعدة الظل.

#### بيروني، القانون المسعودي

الباب الثالث عشر: في اوقات طلوع الفجر و مغيب الشفق

شعاع الشمس حاصل في كل الهواء الذي في تجويف الفلك ما خلا موضع مخروط الظل فإنه غير واصل إليه. و لكن الإنارة لا تكون للمشف و كما قلنا إنها للقمر و للأرض فقط من جهة استحصالها فإنها أيضاً للأجزاء المنفصلة منها أحوال الأرض مجتمعة كالغيوم و مفترقة كالهبات. و البصر في الظلام و خاصة المتراكم منه البعيد الحواشي أقوى على

الإدراك. فإذا اقتربت الشمس من الأفق للطلوع و اشتدّ ميل مخروط الظل عنا قرب منا محيطه المستدير و الذي يلي الأرض منه اشدّ استنارة بالهبآت الأرضية التي فيه فأدركناها جملة غير منفصلة لأن أسافلها التي نحونا تكون مضيئة. و ذلك هو الفجر وهو ثلاثة أنواع: أولها مستدق مستطيل منتصب يعرف بالصبح الكاذب و يلقب بذب السرحان و لا يتعلق به شيء من الأحكام الشرعية و لا من العادات الرسمية. و النوع الثاني منبسط في عرض الأفق مستدير كنصف دائرة يضيء به العالم فينتشر له الحيوانات و الناس للعادات، و تتعقد به شروط العبادات. النوع الثالث حمرة تتبعها و تسبق الشمس و هو كالأول في باب الشرع و على مثله حال الشفق فإن سببهما واحد و كونهما واحد. وهو أيضاً ثلاثة أنواع مخالفة الترتيب لما ذكرنا. و ذلك أن الحمرة بعد غروب الشمس أول أنواعه و البياض المنتشر ثانيها، و اختلاف الأئمة في اسم الشفق على أيهما يقع أو يجب أن يتنبه لهما معاً. و الثالث المستطيل المنتصب الموازي لذنب السرحان و إنما لا يتنبه الناس له لأن وقته عند اختتام الأعمال و اشتغالهم بالاكنتان. و أما وقت الصبح فالعادة فيه جارية باستكمال الراحة و التهيو للتصرف فهم فيه منتظرون طلوع النهار ليأخذوا في الانتشار، فلذلك ظهر لهم هذا و خفي ذلك. و بحسب الحاجة الى الفجر و الشفق رصد أصحاب هذه الصناعة أمره فحصلوا من قوانين وقته أن انحطاط الشمس تحت الأفق متى كان ثمانية عشر جزء كان ذلك وقت طلوع الفجر في المشرق و وقت مغيب الشمس من المغرب. و لما لم يكن شيئاً معيناً بل بالأول مختلطاً اختلف في هذا القانون فرآه بعضهم سبع عشر جزءاً.

#### فخر الدين رازی، التفسير الكبير

فالصبح (الاول) هو الصبح المستطيل كذب السرحان، ثم تعقبه ظلمة خالصة، ثم يطلع بعده الصبح المستطير في جميع الأفق. فنقول: أما الصبح الأول و هو المستطيل الذي يحصل

عقبيه ظلمة خالصة فهو من أقوى الدلائل على قدرة الله وحكمته. و ذلك لأننا نقول: إن ذلك النور. إما أن يقال: إنه حصل من تأثير قرص الشمس أو ليس الأمر كذلك، و الأول باطل. و الصبح الأول لو كان أثر قرص الشمس لامتنع كونه خطأً مستطيلاً، بل يجب أن يكون مستطيراً في جميع الأفق منتشراً فيه بالكلية، وأن يكون متزايداً متكاملأً بحسب كل حين و لحظة، و لما لم يكن الأمر كذلك بل علمنا أن الصبح الأول يبدو كالخيط الأبيض الصاعد حتى تشبهه العرب بذب السرحان، ثم إنه يحصل عقبيه ظلمة خالصة، ثم يحصل الصبح المستطير. بعد ذلك علمنا أن ذلك الصبح المستطيل ليس من تأثير قرص الشمس، و لا من جنس نوره.

فإن قالوا: لم لا يجوز أن يقال: الشمس حين كونها تحت الارض توجب إضاءة ذلك الهواء المقابل له، ثم ذلك الهواء مقابل للهواء الواقف فوق الارض، فيصيره ضوء الهواء الواقف تحت الأرض سبباً لضوء الهواء الواقف فوق الارض، ثم لا يزال يسرى ذلك الضوء من هواء إلى هواء آخر ملاصق له حتى يصل إلى الهواء المحيط بنا. هذا هو الوجه الذي عول عليه أبو علي بن الهيثم في تقرير هذا المعنى في كتابه الكثر الذي سماه بالمناظر. والجواب: أن هذا العذر باطل من وجهين. الأول: أن الهواء جرم شفاف عديم اللون، و ما كان كذلك فإنه لا يقبل النور و اللون في ذاته و جوهره، و هذا متفق عليه بين الفلاسفة. واحتجوا عليه بأنه لو استقر النور على سطحه، لوقف البصر على سطحه. و لو كان كذلك، لما نفذ البصر فيما وراءه، و لصار إبصاره مانعاً عن إبصار ما وراءه، فحيث لم يكن كذلك. علمنا أنه لم يقبل اللون و النور في ذاته و جوهره، و ما كان كذلك امتنع أن ينعكس النور منه إلى غيره، فامتنع أن يصير ضوءه سبباً لضوء هواء آخر مقابل له. فإن قالوا: لم لا يجوز أن يقال: إنه حصل في الأفق أجزاء كثيفة من الأبخرة و الأدخنة و هي لكتافتها تقبل النور عن قرص الشمس. ثم إن بحصول الضوء فيها يصير سبباً لحصول الضوء في الهواء المقابل لها. فنقول:

لو كان السبب ما ذكرتم لكان كلما كانت الأبخرة و الادخنة فى الأفق أكثر، و جب أن يكون ضوء الصباح أقوى لكنه ليس الأمر كذلك، بل على العكس منه فبطل هذا العذر.

#### كمال الدين فارسي، تنقيح المناظر

إننا نجد ضوء الصباح يبتدى من آخر الليل و قد بقيت طائفة منه فيمتد من المشرق ذاهباً نحو وسط السماء كالعمود المستقيم. أقول على قوله كالعمود، إن حُمل على أنه يكون عموداً على الأفق فذلك غير مطرد لأنه إنما يكون كذلك إذا كان فلک البروج قائماً على الأفق عند ظهوره إذ سهم الصبح الأول فى سطحه فأما إذا لم يكن كذلك فلا. و ذلك مشاهد بالعيان فى الآفاق المائلة الشمالية عندنا حيث العرض يجاوز العشرين إذا كانت الشمس فى أواخر الحمل أو أوائل الثور مثلاً فإنه فى هذه الحال تكون عند ظهور الصبح الأول نقطتا الاعتدال على الأفق أو قريبتين منه و المنقلب الشتوى على نصف النهار أو قريباً منه فيكون فلک البروج على غاية ميله على الأفق فيكون سهم الضوء مائلاً أيضاً فى الغاية. هذا و إن كان هذا الاستدراك لا يضر مقصده و إن حُمل على أنه كالعمود فى استقامة نفسه فلا استدراك.