مطالعه موردی تحلیل عینی از طریق طرحوارهٔ بارنز

لیلا امینی[1]، ابراهیم میرزائی[2]، غلامرضا خاکیان دهکردی[3]
1- کارشناس مسئول پیش بینی مدلهای عددی اصفهان
2- معاونت فنی وتوسعه ایستگاههای سازمان هواشناسی کشور
3- کارشناس مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی نجف آباد

چکیده

جهت صدور پیش‌بینی، در مراحل آغازگری و شرایط اولیه، با استفاده از مدل‌های عددی درمناطق مختلف، به کلیه فراسنج‌های هواشناسی در فواصل مشخص برروی یک شبکه منظم، نیاز می‌باشد. انتقال داده‌های نامنظم دیدبانی شده به یک شبکه منظم، نیازمند استفاده از تحلیل عینی می‌باشد. طرحوارهٔ تحلیل عینی بایستی درونیابی هموار را انجام داده، باعث افزایش اطلاعات، مشخص کردن و حذف اطلاعات خطا و ایجاد نظم داخلی گردد. سه طرحوارهٔ پانوفسکی، کرسمن و بارنزرا می‌توان به عنوان طرحواره‌های اولیه پراستفاده، البته تاچند سال پیش نام برد. در این پژوهش روش بارنز مورد استفاده واقع شد. تکنیک بارنز ترکیبی از چند جاروب می‌باشد که از یک مجموع وزنی خطی اطلاعات دیدبانی شده در منطقهٔ نفوذ حول هر نقطهٔ شبکه استفاده می‌کند. مقدار برآورد شده هر متغیر در نقطهٔ شبکه‌ای (دوبعدی) پس از اولین جاروب محاسبه می‌شود. اولین جاروب کاملاً مشابه با کرسمن بوده با این شرط که میدان حدس اولیه صفر می‌باشد. میدان برآورد شده در هر ایستگاه توسط ساده‌سازی از طریق میانگین‌گیری چهار نقطه شبکه بدست می‌آید. نتایج حاصله نشان داد که:

1- افزایش تعداد ایستگاه‌ها باعث افزایش دقت اطلاعات خروجی طرحواره بارنز می‌گردد
2- گرته‌های خروجی طرحواره های بارنز و کرسمن از اطلاعات سطح زمین نتایج مشابه دارند.
3- گرته‌های خروجی طرحواره های بارنز و کرسمن از اطلاعات جو بالا تفاوت چشمگیردارد.

کلمات کلیدی: شبکه منظم- اطلاعات دیدبانی - تحلیل عینی- بارنز- کرسمن

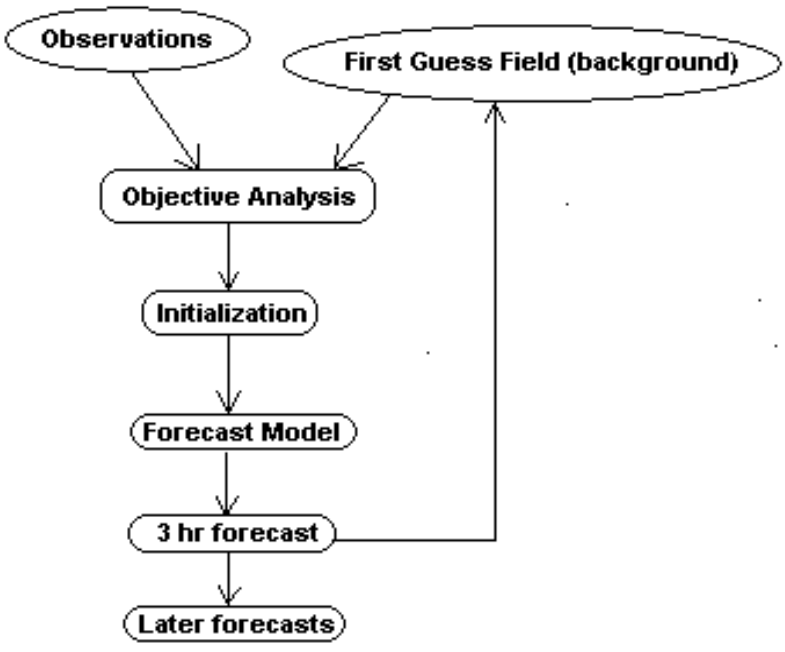
مقدمه

به عملیات انتقال اطلاعات دیدبانی شده از جایگاه‌های تصادفی و نامنظم بر روی مکان‌های منظم و شبکه‌بندی شده تحلیل عینی گفته می‌شود. سه طرحوارهٔ مشهور تحلیل عینی بدین شرح می‌باشد. 1- پانوفسکی، 2- کرسمن، 3-بارنز می‌باشد. اولین بار در سال 1974 تحلیل عینی بارنز توسط استنلی بارنز پیشنهاد شد. احتمالاً جانشین طرحواره تحلیل عینی کرسمن (رایجترین درونیابی خطی تجربی) می‌باشد. این خود اساس جیمپاک را تشکیل می‌دهد که بطور وسیع جهت راحتی تحلیل عینی و محاسبات تشخیصی در مرکز هوا-فضای ناسا توسعه یافته است. روش بارنز هنوز مورد توجه محققین تحلیل کننده دیده‌بانی‌ها می‌باشد.

هدف اصلی از پردازش جهانی اطلاعات و سیستم‌های پیش‌بینی آماده‌سازی و قابل دسترس‌کردن روش تحلیل هواشناسی و تولیدات پیش‌بینی می‌باشد. جهت ارائه این خدمات، به اجرای مدل‌های عددی نیاز می‌باشد. مدل‌های عددی جهت اجرا نیاز به یک سری شرایط اولیه در زمینه متغیرهای وابسته (مختصات باد، فشار، دما ودانسیته) دارد. شاید تصور شود که این شرایط مستقیماً باید از طریق دیدبانی‌های همدیدی یا غیره حاصل شود. طبیعی است که شرایط اولیه ایجاد شده تنها از طریق اطلاعات دیدبانی و نقاط شبکه درونیابی‌شده متعادل نخواهد بود. در مدل‌های پیش‌بینی عددی، دیدبانی وضعیت جوی بعنوان اطلاعات پایه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بخشی از این اطلاعات، شرایط اولیه مدل عددی را ایجاد می‌کند. کیفیت پیش‌بینی عددی کاملاً بستگی به شرایط اولیه دارد. آغازگری ضعیف نتایج نهائی یک پیش‌بینی را ضعیف می‌کند. زیرا جذب اطلاعات، شاخه‌ای از هواشناسی بوده که باعث بهبود کلی نتایج آن خواهد شد. این قسمت بخش عمده‌ای ازتحقیقات است که هزینه و وقت زیادی را صرف می‌کند.

مرحله جذب اطلاعات

در این مرحله میدان حدس اولیه و دیدبانی ترکیب شده و تحلیل عینی را ایجاد کرده است. این خود توسط گام آغازگری جهت به تعادل دینامیکی در آوردن شرایط اولیه کاربرد دارد. این روند بطور چرخشی تکرار می‌شود بطوریکه پیش‌بینی قدیمی به عنوان حدس اولیه در اجرای بعدی مدل استفاده می‌شود(شکل 1).



شکل شماره (1)- نمودار مراحل جذب اطلاعات و صدور پیش بینی

تحلیل عینی بارنز

در سال **1974** این تحلیل توسط استنلی بارنز پیشنهاد شد. این روش، ترکیبی از خود دیدبانی‌ها ایجاد می‌کند و معمولاً درگیر دو مرحله اسکن اطلاعات است. اگر متغیر **s** در جایگاه **n** باشد، اولین مرحله اسکن درنقطه شبکه ای **g** بدین صورت می‌اشد:

$$W_n = e^{-\frac{d^2}{4c}} \quad (1)$$

c= نسبت آهنگ میرایی تابع وزنی از آنجایی که وزن بطور میرا به صفر میل می‌کند نیازی به تعیین شعاع تاثیر نیست. هرچند که تعداد دیدبانی **N** باید آنقدر بزرگ باشد که دورترین نقطه شبکه وزن کوچکی را دریافت کند اگر این ابزار جریان یابد سپس انتخاب **C** کنترلی را برروی فیلتر کردن خواص تحلیل ایجاد می‌کند. نتایج تحلیل از اولین اسکن یک میدان زمینه باعث ایجاد دومین اسکن بشرح زیر می باشد.

$$S_g(2) = S_g(1) + \frac{\sum_{n=1}^{N} W_n (S_n - S_n(1))}{\sum_{n=1}^{N} W_n} \quad (2)$$

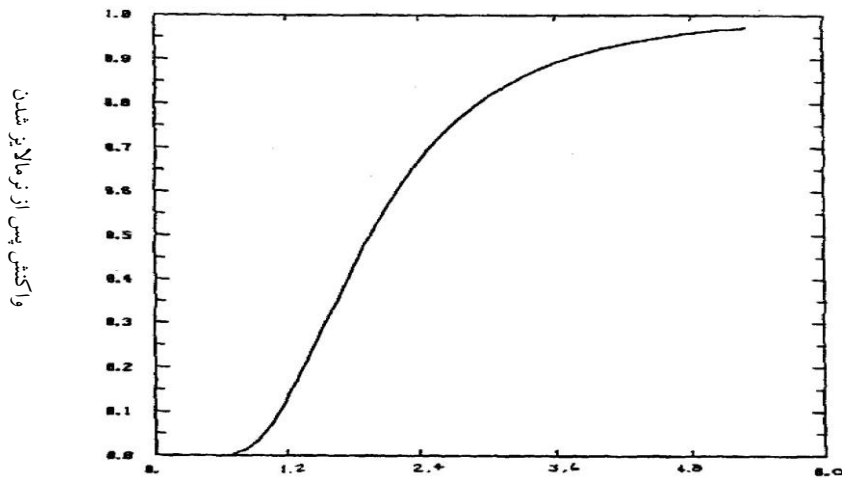
$$W_n` = e^{-\frac{dn^2}{4gc}} \quad (3)$$

که **0** $< S_n(1) <$**g**<**1** = مقدار تحلیلی S درونیابی جهت نقطه دیدبانی **n** پس از اولین اسکن می باشد. اختلاف وزن ناشی از اولین و دومین اسکن توسط **g** کنترل شدکه کمتر از **1** می‌باشد. بنابراین تابع وزنی یک شتاب دهنده به میرایی دومین اسکن می‌باشد. در تلاش است که مقیاس کوچکتری در تحلیل ایجاد شود. اگر میانگین مکانی اطلاعات و نقاط شبکه در مقایسه با برخی طول موجها (λ) کوچک باشد سپس طول موج پس از دومین اسکن بدین شرح محاسبه شده که در شکل (**2**) نشان داده شده است.

$$R = R_0(1 + R_0^{g-1} - g_0^{\nu}) \quad (4)$$

$$R_0 = \exp^{\frac{-4\pi^2 c}{\lambda^2}} \quad (5)$$

= واکنش پس ازاسکن اول



شکل شماره (2)- تابع جواب پس از دو عبور از تحلیل بارنزمی باشد . این منحنی درمورد(g=0.3)و ((c=2500km)بیان می شود.طول موج(λ) در واحد100 km برچسب شده است.طول موجهای کمتر در واحدهایی از طول موجهای کمتر از 150 km از بین رفته اندو طول موجهای بیشتر از 300 km در حقیقت دست نخورده اند.

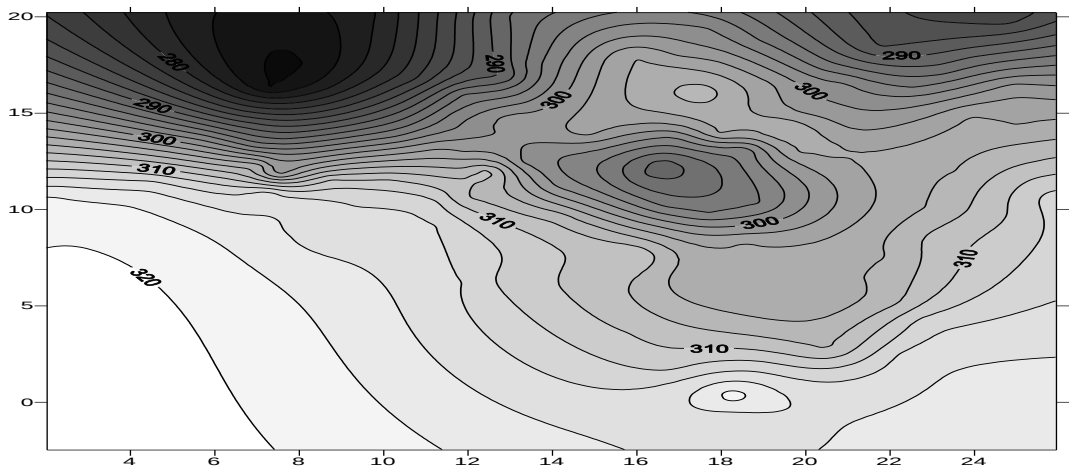
مواد و روش‌ها

در این طرح از طریق برنامه نویسی به زبان فرترن ابتدا یک شبکه مربعی در محدوده طول جغرافیایی از 0 تا 100 درجه و عرض جغرافیایی 0 تا 100 درجه در نظر گرفته شد. در مرحله بعد توسط یک معادله دایره‌ای اطلاعات تصادفی جهت سه مؤلفه مختصات محاسبه گردید. تعداد نقاط تصادفی به دلخواه تغییر داده شد. تعداد در هر مرحله افزایش داده شد تا بتوان در زمینه ارتباط تعداد نقاط و ایستگاه‌ها با دقت عمل به نتایجی

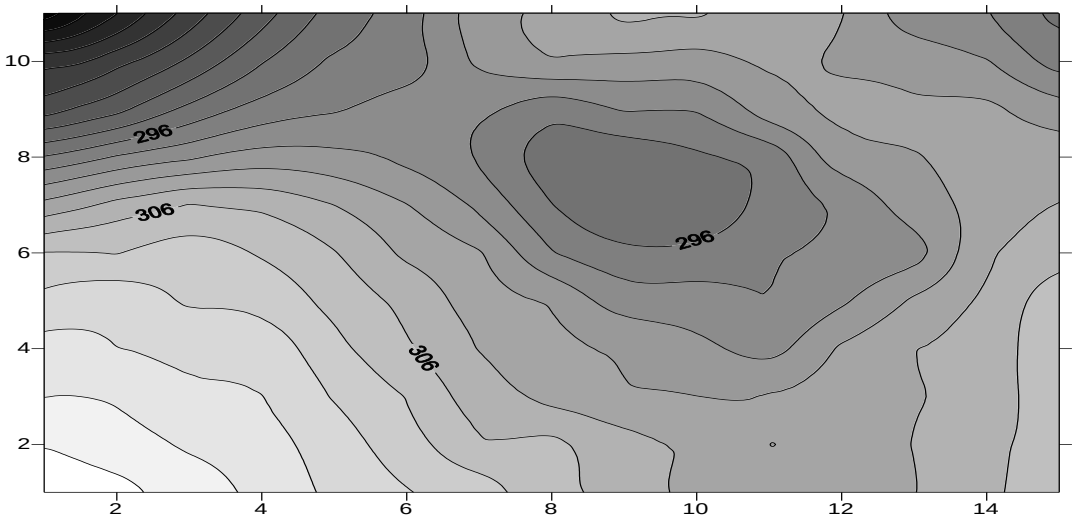
رسید. بر این اساس تعداد نقاط بترتیب 200، 400، 10000، 1000، 50000 انتخاب شد. نقاط حاصله پس از تأثیر تحلیل عینی توسط نرم افزارترسیم گردید. بطوریکه زمانی که تعداد نقاط افزایش یافت دقت کار نیز افزوده شد. در مرحله بعدی جهت کاربردی نمودن این طرحواره از اطلاعات واقعی مربوط به لایه‌های سطح زمین و جو بالا استفاده گشت. اطلاعات مورد نظر مربوط به ماه‌های فوریه و مارس سال 2006 در محدوده 0-60 درجه شرقی و 60-0 درجه شمالی بود. این اطلاعات شامل طول جغرافیائی، عرض جغرافیایی و فراسنج مورد تحلیل عینی (فشار در سطح زمین و ارتفاع لایه 500 هکتوپاسکال در لایه میانی جو) بود. پس از کنترل کیفی اطلاعات و حذف موارد خطا از طریق برنامه‌نویسی فرترن، طرحوارهٔ تحلیل عینی بارنز بر آن اعمال شد.

اصل معادلات و بررسی نتایج در تحلیل بارنز

در این قسمت از طریق برنامه‌نویسی به زبان فرترن طرحواره بارنز به اجرا در آمد. جهت اجرای برنامه، اطلاعات ورودی توسط یک فایل شامل طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و مقدار متغیر مورد تحلیل به عنوان اطلاعات خام وارد برنامه شد. ابتدا برنامه بر روی یک نمونه اطلاعات تصادفی بطور آزمایشی اجراشد. بر این اساس با دادن مقادیری به کاپا و گاما، نتایج به شرح زیر بود که با مقدار قبل از انجام تحلیل بارنز مقایسه گشته است. بهترین نتایج با kapa=12.0,gama1=0.3 حاصل گشت. (شکل 3 و 4)



شکل شماره (**3**)- گرته مربوط به خروجی اطلاعات پس از اعمال طرحواره بارنز با**kapa=12/0,gama1=0/3**

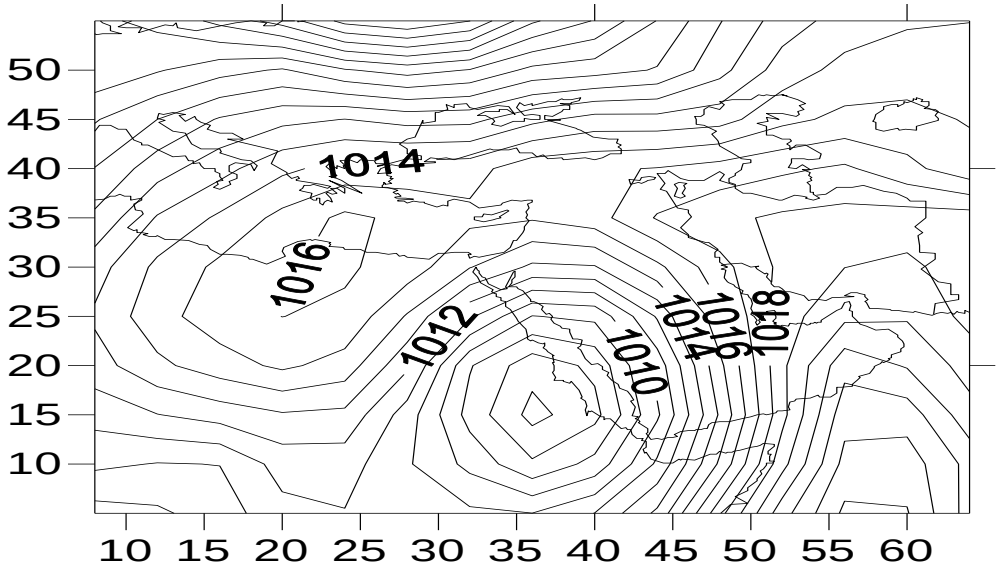


شکل شماره (**4**)- گرته مربوط به خروجی اطلاعات قبل ازاعمال طرحواره بارنز با**kapa=12/0,gama1=0/3**

در مرحله بعدی از طرحوارهٔ ایجاد شده جهت تحلیل عینی اطلاعات واقعی استفاده گشت. جهت اینکار اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیک و جو بالامربوط به سال 2006 در ماه‌های فوریه و مارس استخراج گشت. پس از اجرای طرحواره در مورد سطح زمین و لایه میانی جو نتایج زیر حاصل شد.

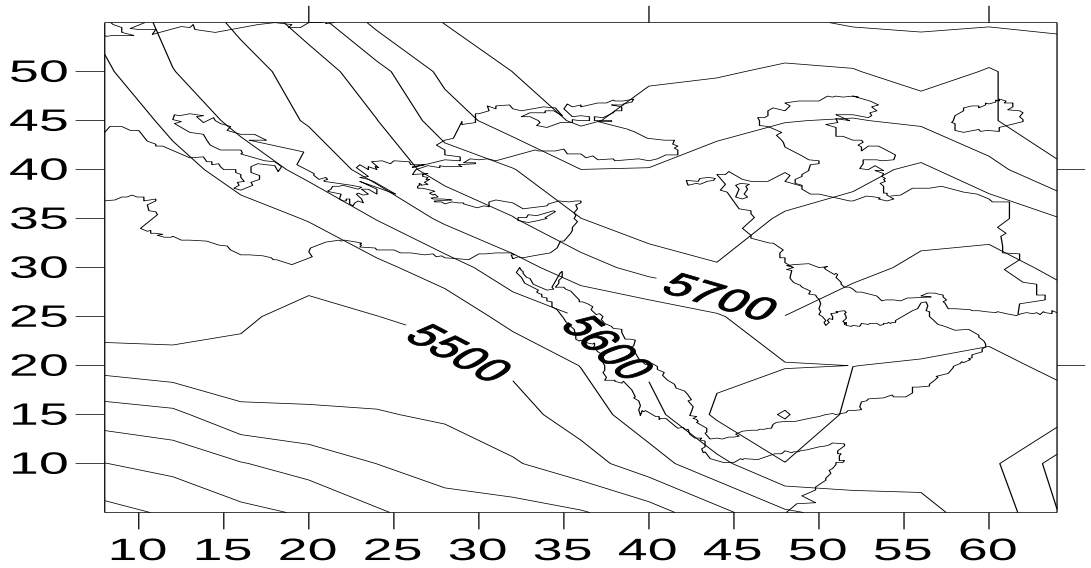
نتیجه و بحث

شکل (5) گرته مربوط به اطلاعات فشار سطح زمین پس از اعمال طرحوارهٔ بارنز در ساعت 0000 روز بیست و پنجم فوریه سال 2006 در محدودهٔ طول جغرافیائی70-0 درجه شرقی و عرض جغرافیائی 60-0 درجه شمالی می‌باشد. بر اساس این شکل سامانه حاکم بر کشور ایران در این تراز یک مرکز پرفشار می‌باشد که پشته آن بطور کامل ایران را احاطه کرده است. بر روی این نقشه بر روی عربستان و کشورهای مستقر در جنوب غرب ایران سامانه کم فشاری با خطوط گرادیان شدید فشاری حاکم است.

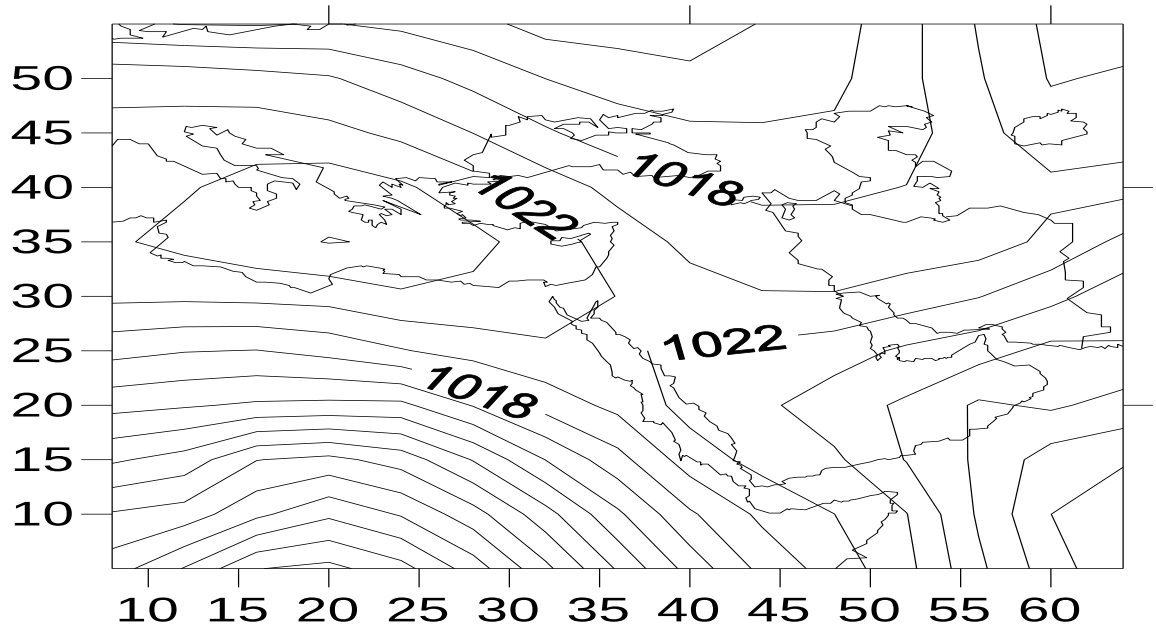


شکل شماره (**5**)- گرته مربوط به اطلاعات سطح زمین پس از اعمال طرحوارهٔ بارنز در ساعت **0000** روز بیست و پنجم فوریه **2006**

در شکل (6)گرته مربوط به اطلاعات تراز 500 هکتوپاسکال پس از اعمال طرحوارهٔ بارنز در ساعت00 روز بیست و پنجم فوریه سال 2006 در محدودهٔ طول جغرافیائی70-0 درجه شرقی و عرض جغرافیائی 60-0 درجه شمالی می‌باشد. بر اساس این شکل سامانه حاکم برکشور ایران در این تراز یک مرکز پر ارتفاع می‌باشد که پشته آن بطور کامل ایران را احاطه کرده است. بر روی این نقشه بر روی عربستان و کشورهای مستقر در جنوب غرب ایران سامانه کم ارتفاع با خطوط گرادیان شدید ارتفاعی حاکم است. بررسی این دو نقشه و مقایسه وضعیت جوی مبین این می‌باشد که نقشه حاصل از تحلیل عینی با واقعیت همخوانی دارد. شکل (7) گرته مربوط به اطلاعات سطح زمین پس از اعمال طرحوارهٔ بارنز در ساعت 0000 روز یکم مارس سال 2006 می‌باشد. در این گرته خطوط هم فشار رسم گردیده است. بررسی همدیدی بر روی این گرته نشان می‌دهد که زبانه‌های سامانه کم فشار از عرض‌های شمالی بر روی شمال ایران نفوذ کرده است. بر روی دریای مدیترانه یک سلول پر فشار با مقدار 1026 میلی بار بسته شده است.

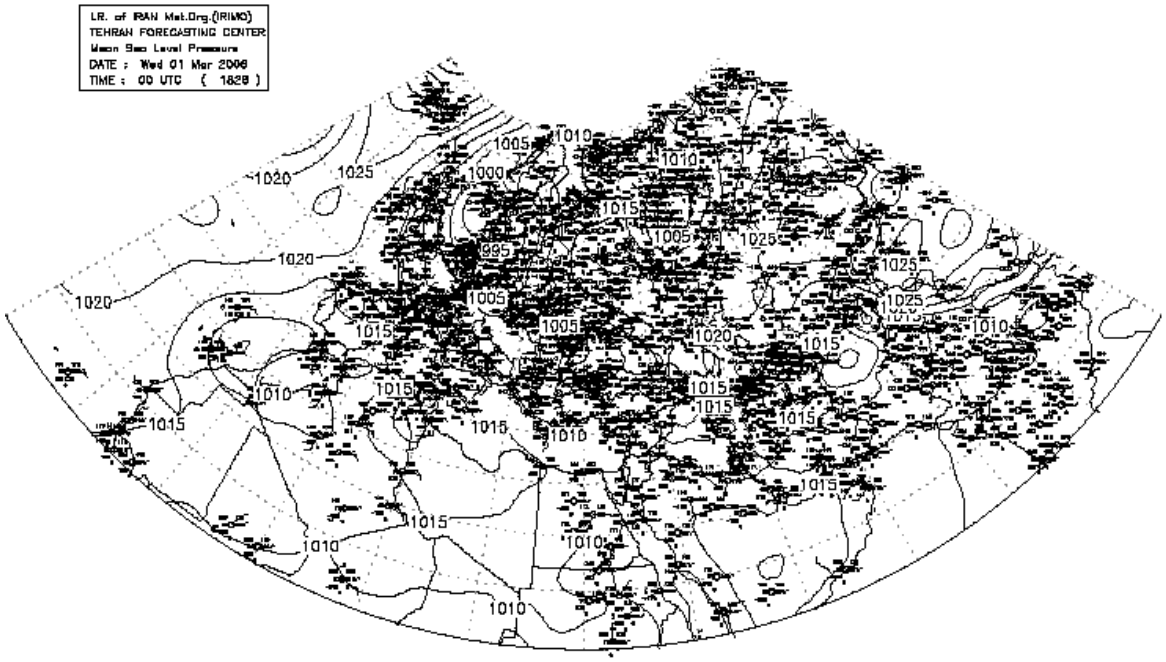


شکل شماره (6)- گرتهٔ اطلاعات تراز 500هکتوپاسکال پس ازاعمال طرحوارهٔ بارنزدرساعت 000روزبیست وپنجم فوریه سال 2006

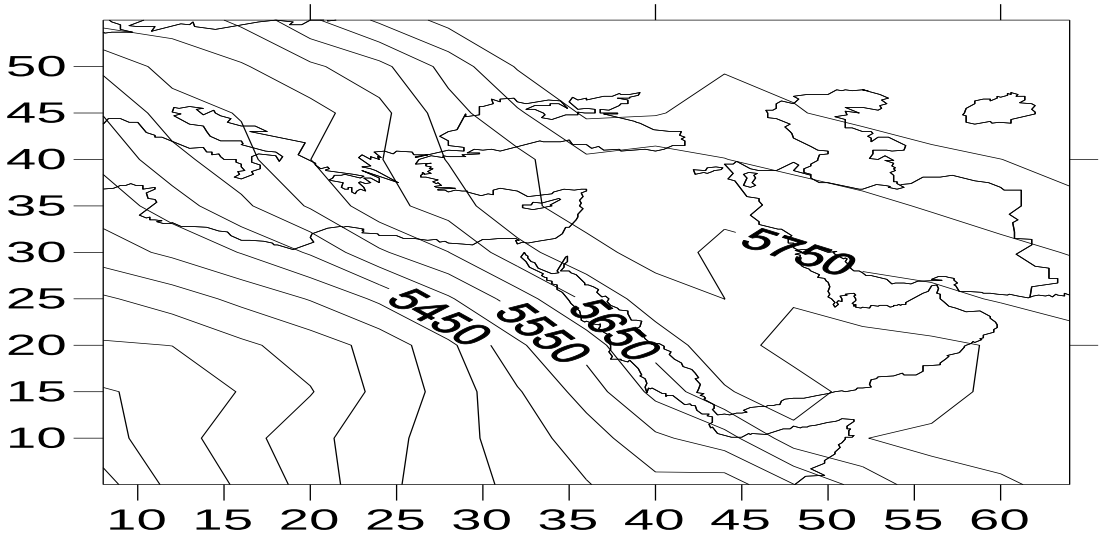


شکل شماره (7)- گرته مربوط به اطلاعات سطح زمن پس از اعمال طرحوارهٔ بارنز در ساعت 0000 روزیکم مارس سال2006

شکل (8) گرته مربوط به اطلاعات سطح زمین پس از اعمال طرحوارهٔ کرسمن ساعت 0000 روز یکم مارس سال 2006می‌باشد. بررسی این گرته نشان می‌دهد که درسطح زمین بر روی کشور ایران زبانه‌های کم فشار از عرض‌های شمالی نفوذ کرده است. همچنین بر روی مناطق شرق دریای مدیترانه سامانه پر فشار حاکم می‌باشد. مقایسه دو شکل (7) و (8) نشان می‌دهد که این دو طرحواره دارای تشابه و تفاوت‌هائی می‌باشند. شکل (9) گرته مربوط به اطلاعات لایه 500 هکتوپاسکال پس از اعمال طرحوارهٔ بارنز در ساعت 0000 روز سوم مارس سال 2006می‌باشد.



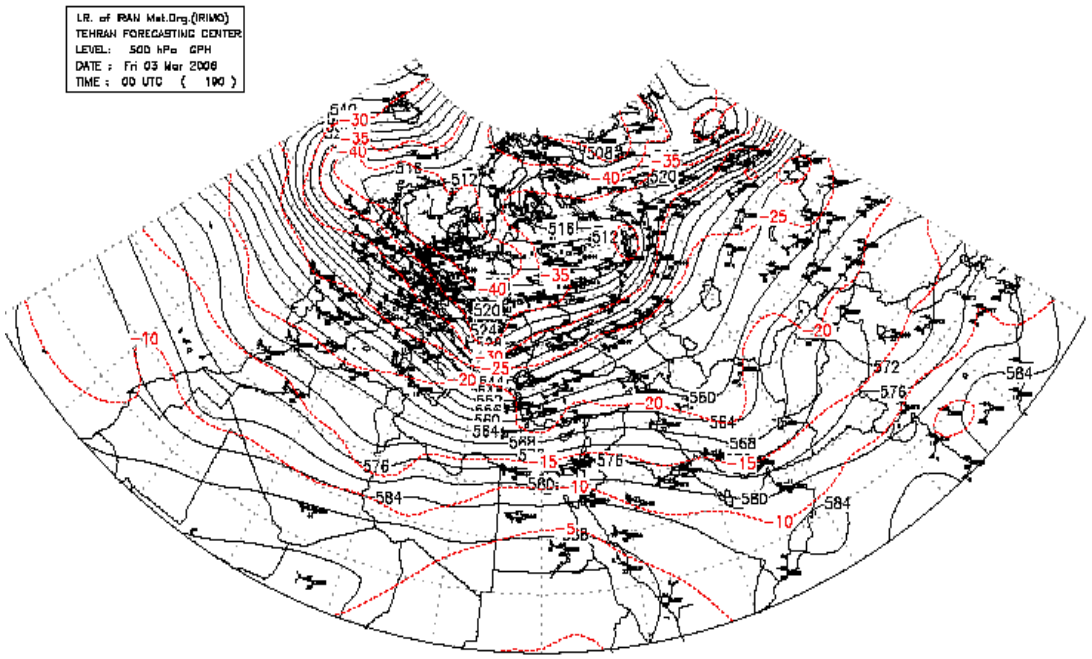
شکل شماره (8)- گرته مربوط به اطلاعات سطح زمین پس از اعمال طرحوارهٔ کرسمن ساعت 0000 روزیکم مارس سال 2006



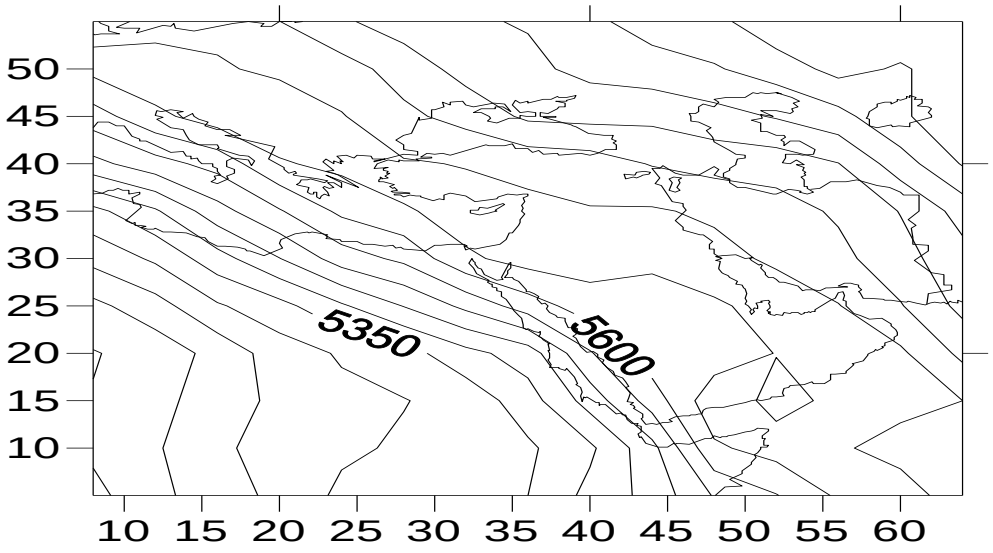
شکل شماره (9)- گرته مربوط به اطلاعات لایه 500 هکتوپاسکال پس از اعمال طرحوارهٔ بارنز در ساعت 0000 روز سوم مارس 2006

بررسی دقیق بر روی این گرته نشان می‌دهد که ارتفاع این لایه بر روی ایران بین 5700-5800 ژئوپتانسیل متر گسترده شده است. خطوط از گرادیان ضعیفی برخوردار است. همچنین بر روی آفریقا سامانه کم ارتفاعی حاکم است. گرادیان شدید ارتفاعی بر روی کشورهای غربی مبین ناپایداری بر روی این مناطق می‌باشد. شکل (10) گرته مربوط به اطلاعات لایه 500 هکتوپاسکال پس از اعمال طرحوارهٔ کرسمن در ساعت 00 روز سوم مارس سال 2006 می‌باشد، مقایسه این دو گرته نشان دهنده تفاوت چشمگیری بین این دوطرحواره می‌باشد. هر چند که بر روی ایران ارتفاع حاصله بین این دو طرحواره همخوانی دارد. شکل (11) گرته مربوط به اطلاعات تراز 500 هکتوپاسکال پس از اعمال طرحوارهٔ بارنز در ساعت 0000 روز پنجم مارس سال 2006 می‌باشد. این گرته خروج سامانه کم ارتفاع و ورود

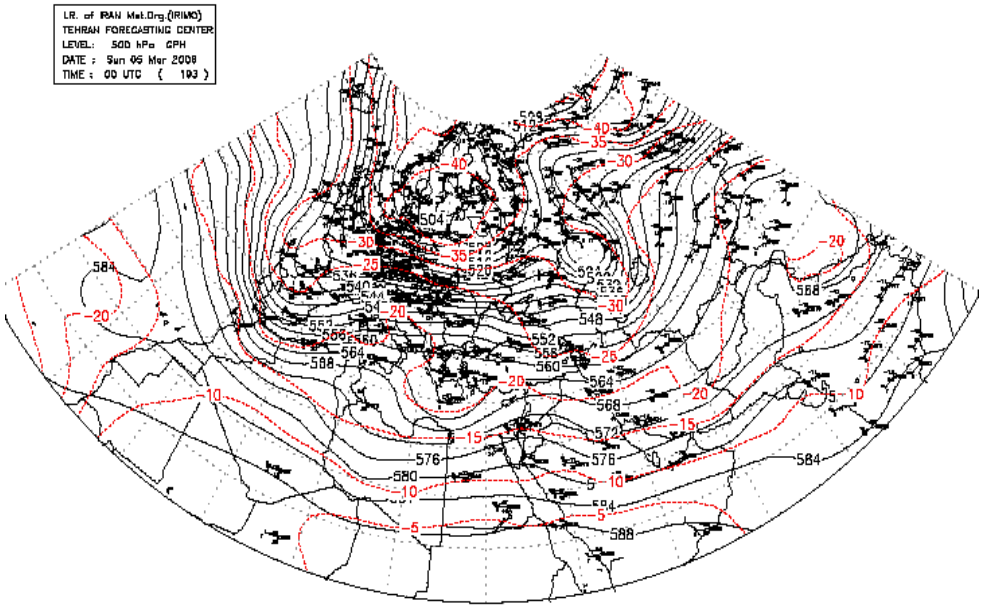
سامانه پر ارتفاع را نشان می‌دهد. شکل (12) نفوذ تدریجی سامانه پر ارتفاع را از سمت غرب بر روی کشور ایران و خروج تدریجی سامانه کم ارتفاع را نشان می‌دهد. مقایسه این دو گرته تا حدودی نشان دهنده تشابهاتی بین خروجی دو طرحواره می‌باشد. شکل (13) گرته مربوط به اطلاعات سطح زمین پس از اعمال طرحوارهٔ بارنز در ساعت 0000 روز پنجم مارس سال 2006 می‌باشد. بر اساس این شکل برروی کشور ایران خطوط هم مقدار با فواصل یک میلی بار رسم گردیده است.



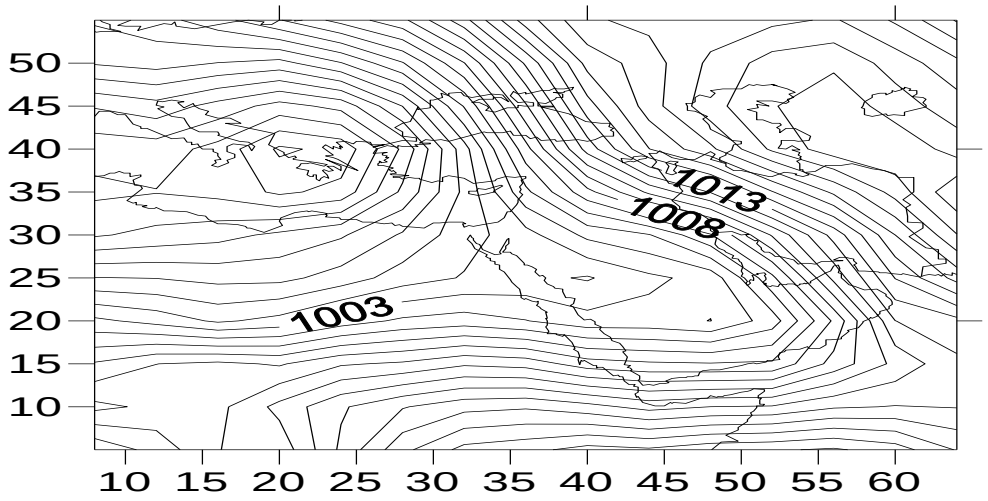
شکل شماره (10)- گرته مربوط به اطلاعات لایه 500 هکتوپاسکال پس از اعمال طرحوارهٔ کرسمن در ساعت 00روز سوم مارس 2006



شکل شماره (11)- گرته مربوط به اطلاعات تراز 500 هکتوپاسکال پس از اعمال طرحوارهٔ بارنز در ساعت 0000 روزپنجم مارس 2006

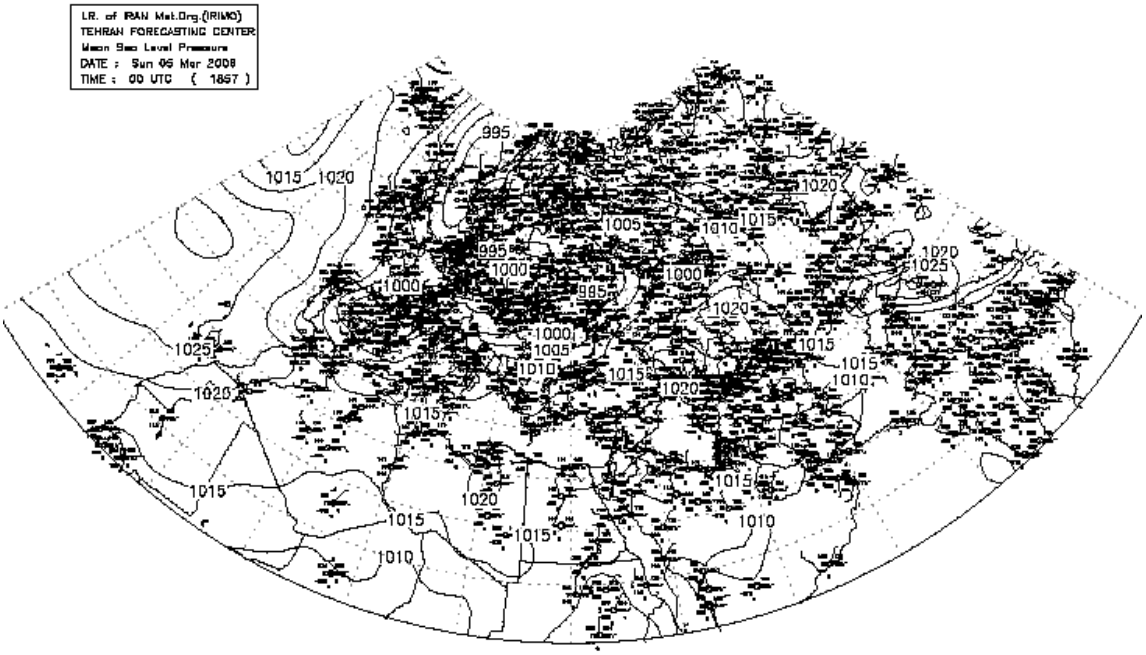


شکل شماره (12)- گرته مربوط به اطلاعات تراز 500 هکتوپاسکال پس از اعمال طرحوارهٔ کرسمن در ساعت 00 روزپنجم مارس 2006



شکل شماره (13)- گرته مربوط به اطلاعات سطح زمین پس از اعمال طرحوارهٔ بارنز در ساعت 0000 روز پنجم مارس سال 2006

کشور ایران بین فشار 1020-1007 هکتوپاسکال واقع شده است نسبتاً شیو خطوط فشاری در این گرته بر روی ایران شدید است. مرکز پر فشاری که زبانهٔ آن بر روی ایران است بر روی شمال شرق ایران می‌باشد. همچنین بر روی دریای مدیترانه سامانه کم فشاری با مرکز 995 هکتوپاسکال واقع شده است. شکل (14) گرته مربوط به اطلاعات سطح زمین پس از اعمال طرحوارهٔ کرسمن در ساعت 0000 روز پنجم مارس سال 2006 را نشان می‌دهد. بر روی این گرته وجود سامانه پرفشار بر روی عرض‌های فوقانی در شمال شرقی کشور با مرکزیت بیش از 1020 میلی بار مشخص می‌باشد، کشور ایران بین خطوط فشاری 1020-1010 محصور شده است. بر اساس این گرته بر روی دریای مدیترانه سامانه کم فشاری با مرکزیت کمتر از 1000 میلی بار بسته شده است. مقایسه این دو شکل بیانگر تشابه خوبی می‌باشد. بر اساس مطالب فوق سعی گشت که در مبحث بعد به نتایج کلی و کاربردی پرداخته شود و نیز مقایسه‌ای بین دو طرحوارهٔ بارنز و کرسمن صورت پذیرد.



شکل شماره (14)- گرته مربوط به اطلاعات سطح زمین پس از اعمال طرحوارهٔ کرسمن در ساعت 0000 روز پنجم مارس 2006

نتایج

نتایج حاصل از استفادهٔ طرحوارهٔ تحلیل عینی بارنز نشان داد که:

1- افزایش تعداد ایستگاه رابطهٔ نزدیکی با افزایش دقت اطلاعات خروجی ازتحلیل عینی بارنز دارد.

2- گرته‌های خروجی از طرحوارهٔ بارنز و کرسمن در مورد اطلاعات ناشی از سطح زمین وجوه مشترک زیادی دارند و تا حدودی یکسان هستند.

3- گرته‌های خروجی از طرحوارهٔ بارنز و کرسمن در مورد اطلاعات جو بالا بویژه 500 هکتوپاسکال دارای تفاوت‌های چشمگیر می‌باشد.

4- تحلیل عینی بارنز امکان تعیین درجه هموارسازی تحلیل قبل از آزمایش را داشته و شبکه‌های کوچک نامنظم را از بین می‌برد.

5- در تحلیل عینی بارنز میدان زمینه (حدس اولیه) نیاز نبوده و تحلیل مذکور می‌تواند بدون استفاده از یک مدل اجرا شود.

منابع

1- Barnes, S., 1964: A technique for maximizing details in numerical weather map analysis. J. Appl. Meteor., 9(3), 396-409.

2- Barnes, S., 1973: Mesoscale Objective Map Analysis Using Weighted Time-Series Observations. NOAA TM ERL NSSL-62, 60 pp.